# Beiträge zur
# Stratigraphie und Paläogeographie
# des süddeutschen Tertiärs.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

einer

Hohen Naturwissenschaftl. Fakultät der Universität Tübingen

vorgelegt von

**Helmut Kiderlen**

aus Ravensburg.

Von der Fakultät angenommen den 5. Juni 1930.

STUTTGART 1931
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele) G. m. b. H.

Sonder-Abdruck aus dem Neuen Jahrbuch für Mineralogie etc. Beil.-Bd. 66. Abt. B.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Druck von Ernst Klett, Stuttgart.

# Beiträge zur Stratigraphie und Paläogeographie des süddeutschen Tertiärs.

Von

**Helmut Kiderlen**, Ravensburg.

Mit Taf. XX, XXI, 10 Textabbildungen und 5 Abbildungen als Textbeilagen.

---

## Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung . . . . . 216
Die Schwäbische Alb, ein Teil des mitteleuropäischen cretacisch-alttertiären Festlands . . . . . 217
Die Schwäbische Alb und das Molassebecken . . . . . 227
Die untere Süßwassermolasse . . . . . 228
Die prächattische Landoberfläche . . . . . 228
Die chattischen *Ramondi*-Schichten . . . . . 229
Die aquitanen *Subrugulosa*-Schichten . . . . . 232
Die burdigale Meeresmolasse . . . . . 234
Die Unterlage . . . . . 234
Die Stratigraphie . . . . . 235
Die älteste Strandlinie der Meeresmolasse . . . . . 252
Die Klifflinie . . . . . 253
Der Ausgang der Meeresmolasse . . . . . 259
Die helvetischen Grimmelfinger Schichten . . . . . 265
Die Verbreitung der Grimmelfinger Schichten . . . . . 267
Die Nordwestgrenze des Verbreitungsgebiets . . . . . 274
Das Alter der Albsüdrandflexur . . . . . 278
Die Südostgrenze des Verbreitungsgebiets . . . . . 280
Die Graupensandrinne . . . . . 282
Sedimentationswechsel innerhalb der Grimmelfinger Schichten 284
Die petrographische Ausbildung . . . . . 285
Flußrinne oder Meeresenge? . . . . . 289
a) Die Fossilführung der Grimmelfinger Schichten . . . 289
b) Die Strömungsrichtung innerhalb der Graupensandrinne 293
c) Die Vorgeschichte der Graupensandrinne . . . . . 301
d) Die Folgezeit . . . . . 302
Die Nebenflüsse der Graupensandrinne . . . . . 303

rung kann, allerdings auf mehr oder weniger hypothetischer Grundlage, von den besser beschickten Nachbargebieten her etwas aufgefüllt werden. Sind dort, in den cretacischen Tiefengebieten, umfangreiche Ausräumungen in Kreide und Paläocän erfolgt (Klüpfel 1923; Heim, Alb. 1919, 1921), so dürften sehr wahrscheinlich auch auf der Schwäbischen Alb noch Malmschichten, jünger als die „Krebsscherenplatten", in der langen Expositionszeit bis zur Molassetransgression vollständig abgetragen worden sein. Die Stärke der Reliefenergie und damit der Verkarstung wird sich auf der Alb im Gefolge der cretacischen Meerestransgressionen, die im Schweizer und Frankenjura die morphogenetische Entwicklung mehrmals unterbrachen, eher vermindert haben, sofern als tektonischer Vorgang nicht eine Kippbewegung und damit eine Steigerung des Gefälls zugrunde liegt. Eine bedeutende Vergrößerung des Festlandes wurde durch eine Regression in der oberen Kreide eingeleitet (Fränkischer und Schweizer Jura, helvetischer Faziesbereich der Alpen). Die weiter gespannten Meere des Mesozoicums machen einzelnen nach Umgrenzung und Faziesgebiet rasch wechselnden Tertiärbecken Platz.

### Eocän bis Mitteloligocän.

In den verschiedensten Tiefengebieten Süddeutschlands (Mainzer Becken, Pfalzburger-Kraichgauer Mulde, Raurazische Senke, helvetischer und autochthoner Faziesbereich in den Alpen) wird mit dem Lutetium die Einförmigkeit der fossilleeren, cretacisch-paläocänen, terrestrischen Roterde- und Bohnerzbildungen durch fossilführende, marine oder lakustre Sedimente unterbrochen.

Auch auf der Schwäbischen Alb stammen die ältesten, fossilführenden und deshalb bestimmbaren, tertiären Sedimente aus dem Lutetium. Es sind Spaltenfüllungen, welche in die verkarstete Oberfläche des oberen Malmkalkes eingesenkt, späteren Ausräumungen noch am ehesten entgingen. Diese Vorkommen interessieren hier nur insofern, als sie tektonische oder morphologische Rückschlüsse erlauben.

Die paläontologische Bearbeitung haben Schlosser (1902), Stehlin (1903—1916) und Dietrich (1922, 1929) durchgeführt. Die Fundumstände sind dagegen oft wenig bekannt und namentlich von Schlosser nicht berücksichtigt worden. Es wird dadurch der Anschein erweckt, als ob mehrmals in ein und derselben Füllung eine Mischfauna oft weit auseinanderliegender

Zeiten gefunden worden wäre (z. B. Salmendingen: Eocän-Pleistocän). Das rührt meistens daher, daß, wie sich heute noch feststellen läßt, in der Nähe des namengebenden Ortes eine große Zahl von Schlotfüllungen abgebaut wurde. Sooft über den genauen Fundplatz kein Zweifel mehr besteht, stellt man fest, daß eine Faunenmischung zu den seltenen Erscheinungen gehört und sehr wahrscheinlich höchstens jüngstes Miocän bis Pleistocän umfaßt.

Von Salmendingen werden untereocäne, obereocäne, untermiocäne, obermiocäne, unterpliocäne und altpleistocäne Fossilreste aus bohnerzführenden Spaltenfüllungen genannt. Das Untereocän (Lutetium) wird nur durch einen einzigen Zahn vertreten (Schlosser 1902, S. 98; Stehlin 1916, S. 440). Vielleicht ist auch der Fundort verwechselt (Koken 1908, S. 123); jedenfalls kann auf Grund dieses isolierten, wurzellosen, etwas gerollten Restes nicht von einer Mischfauna geredet oder die Entstehung der im übrigen unbekannten Fundschicht beurteilt werden.

Die Obereocänbestimmungen von Jaeger (1839, S. 31, 33, 34; Achenbach 1859, S. 119) wurden durch Schlosser (1902, S. 100, 98, 58) längst korrigiert. Prof. Weiger war so liebenswürdig mir mitzuteilen, daß seine Angaben über obereocäne Säugerreste (1908, S. 215) von Koken veranlaßt wurden, welcher „eine Handvoll abgerollter und nicht mehr genau bestimmbarer Zähne und Knochenbrocken" zum älteren Typus der Bohnerzsäugetiere stellte. Die dunkelbraune Färbung dieser abgerollten Zahnreste stimmt mit der Tönung der eocänen Reste von Frohnstetten überein, weist jedoch nicht auf höheres Alter hin, wenn auch die Mehrzahl der Salmendinger Funde grauen Schmelz und Dentin zeigt, da sich gerade unter diesen braungefärbten nicht selten *Mastodon*-Zahnstücke befinden und eocäne Reste nicht festgestellt werden können. Elemente einer obereocänen Fauna sind also nicht vorhanden. Für die untermiocänen Funde muß, es wird noch dargelegt (s. S. 256), eine Fundortsverwechslung angenommen werden. Die Füllung der Salmendinger Schlote ging also letzten Endes nur während der mit dem Obermiocän beginnenden Denudations- und Verkarstungsphase vor sich.

Die *Lophiodon*-Zahnfragmente von Stetten a. k. M. lagen nach Quenstedt (1853 S. 70) nicht in einer Grube mit den Paläotherien zusammen. Es spricht auch nichts dafür, daß diese in gelbbraunem Bolus eingebetteten Stücke und die Reste der *Antilope jaegeri* Rüt. (Schlosser 1902, S. 88), denen dunkelblutroter Bohnerzton noch anhaftet, aus einer Schlotfüllung herstammen.

Von Heudorf bei Meßkirch sind obereocäne und miocäne Säugetierreste bekannt geworden. Letztere stammen aus mittelmiocänen Molasseschichten (s. S. 325), die Paläotherien (und *Cryptopithecus sideroolithicus* Schl.?), wie das anhaftende Gestein der Stuttgarter Stücke erkennen läßt, aus echten Bohnerztonen und nicht aus den sandigen Kirchberger Schichten. Die gut erhaltenen Paläotherien liegen demnach nicht sekundär in jüngeren Schichten, wie bisher angenommen wurde, sondern sind einem der zahlreichen Bohnerzschlote der Heudorfer Umgebung entnommen worden.

Aus der Umgebung von Veringenstadt werden untereocäne, obereocäne, unteroligocäne und pliocäne Reste aus den Bohnerzen genannt. Untereocänen Alters ist nur ein einzelner Zahn (Schlosser 1902, S. 98);

Fundumstände und genauer Fundort sind unbekannt, weitere Folgerungen deshalb wie bei dem Salmendinger Zahn unmöglich. Derselbe Zahn wird irrtümlicherweise auch unter dem Fundort Veringendorf genannt (Schlosser S. 131 u. Erläuterungen zu Taf. 5 Fig. 12). Da keine Belegstücke vorhanden sind, muß man annehmen, daß in der Fossilliste von Koken (1905 S. 30; Weiger 1908, S.225), in welcher vor den oligocänen Resten von Veringenstadt die eocänen Funde von Frohnstetten durch gesperrten Druck hervorgehoben sind, *Lophiodon* nur durch ein Versehen zu einem Fund von Veringenstadt gestempelt wurde. Koken nennt andererseits unter Frohnstetten eocäne Reste, welche nur von Neuhausen bekannt sind (*Choeropotamus parisiensis* Cuv.), zusammen mit oligocänen Funden des Lauchertals. Die Liste, welche Koken unter Veringenstadt veröffentlicht, enthält wieder Formen, welche nur bei Veringendorf gefunden wurden. Schlosser erwähnt drei Jahre früher, die Fundstelle konnte längst nicht mehr ausgebeutet werden, keine *Lophiodon*-Reste! Die übrigen zahlreichen Funde gehören dem ältesten Oligocän an.

Bei den vielen abgebauten Gruben ist es wenig wahrscheinlich, daß der einzelne oberpliocäne Antilopenzahn bei Veringendorf mit den oligocänen Resten zusammenlag (Schlosser 1902, S. 88; S. 140 unter Veringenstadt genannt!).

Von Hochberg bei Jungnau beschreibt Schlosser (1902 S. 131) eine „Mischfauna" aus unteroligocänen, obermiocänen, unterpliocänen und pleistocänen Elementen. Die große Zahl der oligocänen Funde zeigt weiße Knochensubstanz, weißgelben Schmelz und als Gestein einen gelben Bohnerzton. Da Schlosser Jungnau und Hochberg bei Jungnau fast stets durcheinander wirft, so nennt er diese oligocäne Fauna von Hochberg auch wieder unter Jungnau, wo noch nie oligocäne Reste geborgen wurden. Umgekehrt stammt der „unterpliocäne" *Rhinoceros*- und der „obermiocäne" *Dicrocerus*-Rest nicht von Hochberg (S. 131), sondern, wie S. 72 und S. 139 richtig angibt, von Jungnau (Belegstücke in Tübingen). Von einer Mischfauna ist keine Rede. Der einzelne pleistocäne *Elephas*-Rest mit fleischrotem Bolus (!) ist für diese Frage bedeutungslos.

Auch Melchingen beweist keine größere Faunenmischung. Bei dem untermiocänen Sirenidenrest wurde der Fundort verwechselt (s. S. 256 und Schlosser 1902, S. 115); der einzelne „angeblich aus Melchingen" stammende *Entelodon*-Zahn fällt ebenfalls nicht ins Gewicht. Das Obermiocän ist wie bei Salmendingen (1 Zahn), „Heuberg" (2 Zähne) nur spärlich, durch drei Zähne des *Anchitherium aurelianense* Cuv. sp., belegt. Diese befinden sich sogar nach Schlosser (S. 95) wahrscheinlich auf sekundärer Lagerstätte. Hervorragend belegt ist dagegen das Altpliocän und in einzelnen Stücken das Pleistocän.

Die von Ebingen genannten *Pseudosciurus*-Reste wurden nach Dietrich (1929 b S. 144) bei Veringendorf gefunden. Nur altpliocäne und pleistocäne Reste wurden demnach am Ochsenberg ausgegraben (Jaeger 1839, S. 57).

*Mastodon longirostris* Kaup (Schlosser 1902, S. 11) stammt nicht von Trochtelfingen, sondern aus einer Grube zwischen Ebingen und Truchtel-

fingen (Jaeger 1839, S. 30). Sicher wurde dort auch der Zahn des *Dryopithecus rhenanus* Pohl sp. und des *Tapirus priscus* Kaup gefunden. Truchtelfingen wurde früher auch Trochtelfingen geschrieben (z. B. Achenbach 1859, S. 110).

Nicht von Schlosser erwähnt werden:

1. Wippingen: *Anoplotherium*-Zahn in Stuttgart. 2. Langenenslingen: altoligocäne *Pseudosciurus*-Reste (Achenbach 1859, S. 106). 3. Farrenberg: nach der Erhaltung der gerollten Stücke (in Stuttgart) Altpliocän (Jaeger 1839, S. 42). 4. Ringingen: altpliocäne Säuger vom Hölschloch (Achenbach 1859, S. 115; Weiger 1908, S. 219). 5. Bitz: abgerollte, nach ihrer Erhaltung altpliocäne Reste in Stuttgart. 6. Schmeien: Jaeger 1853 S. 154. 7. Thiergarten: Jaeger 1853, S. 154. 8. Kolbingen: nach der Erhaltung altpliocäne Reste (Jaeger 1839, S. 58; 1850 S. 25). 9. Hattinger Tunnel: *Palaeotherium hippoides* Fr. in Stuttgart.

Die miocänen Reste von Langenenslingen stammen aus der Molasse (Jaeger 1839, S. 75), ebenso die miocänen Funde von Jungnau und Hochberg (s. S. 327).

So bleibt Neuhausen o. E. (Schlosser 1902, S. 139) als einziger Fundort einer alttertiären Fauna, von welchem auch noch jüngere Reste angegeben werden. Gerade bei Neuhausen waren viele Bohnerzgruben in Betrieb genommen. Daß mehrere Schlote Fossilien lieferten, könnte auch das noch anhaftende Gesteinsmaterial (brauner Bohnerzton, grüner Tonmergel, Humus) andeuten.

Wir kommen demnach zu folgender zeitlicher und räumlicher Zusammenstellung tertiärer, deszendenter Füllungsvorgänge:

Untereocän: Bachhagel (Miller 1907; Moos 1924); Stetten a. k. M.

Obereocän: Mähringen (Dietrich 1922); Wippingen; Frohnstetten (s. S. 224); Heudorf; Hattingen.

Unteroligocän: Rammingen (Miller 1907, S. 435); Stubersheim (Lutzeier 1922, S. 126); Örlinger Tal (Schlosser 1902; Miller 1907; Dietrich 1929 a); Unt. Eselsberg (Schlosser 1902; Dietrich 1929 a); Arnegg (Miller 1907; Jooss 1912); Tomerdingen (O. Fraass 1866, S. 10); Langenenslingen; Hochberg; Veringendorf, Veringenstadt; Neuhausen ?.

Oberoligocän: Oberkochen (Schlosser 1922); Tomerdingen (Seemann und Berckhemer 1930).

Mittelmiocän: Oberstotzingen (Schlosser 1902).

Obermiocän: Genkingen; Willmandingen; Salmendingen ?; Gammertingen (*Anchith. aurelianense* Cuv. Milchzahn in Tübingen); „Heuberg" ?; Melchingen ?; Neuhausen ?? (Schlosser 1902).

Unterpliocän: Undingen; Salmendingen; zwei bei Melchingen (Achenbach 1859); Ringingen; Truchtelfingen; Ebingen am Ochsenberg; „Heuberg"; Neuhausen; Tuttlingen; Farrenberg ?; Willmandingen ?; Schmeien ?; Thiergarten ?; Kolbingen ?.

Oberpliocän: Veringenstadt; Stetten a. k. M.; Rußberghof.

Viele der fossilführenden Schlote enthielten auch Eisenerze. Solches hat gefehlt bei Bachhagel, Mähringen, Tomerdingen (Aquitan) und Arnegg. Das Eisen reicherte sich hier im Verlaufe der cretacisch-tertiären Aufarbeitung an, füllte die Hohlräume als Schalen, Krusten, Zement aus und verbohnerzte die Tone. Es kann, wieder aufgearbeitet, als allothigenes Erz und Erzgeröll zum zweitenmal in den Spalten zur Ablagerung kommen (z. B. Frohnstetten, Neuhausen u. a.). Finden sich auch nicht in allen erzführenden Schlotfüllungen tertiäre Fossilien, so sind doch diese „Felsenerze" die einzigen, welche mit Organismenresten (von umgelagerten Jurafossilien abgesehen) zusammen vorkommen. Im S des Schwäbischen Jura, in der Randzone gegen das Molassebecken, liegen in alten flachmuldigen Hohlformen und, von diesen ausgehend, in Spalten und Klüften des Jura gelb- und rotbraune, bis 30 m mächtige Tone (Achenbach 1859, S. 104; Schalch 1883, 1922), welche reich sind an authigenen Erzen. Diese „Lettenerze" enthalten gar keine organischen Reste und werden überlagert von der oberoligocänen Süßwassermolasse. Sie dürften bei uns als die unlöslichen Rückstände einer vorwiegend chemischen Erosion des Jura die lakustre, fluviatile Schichtbildung der U.S.M. durch eine oligocäne, terrestre einleiten.

Wir unterscheiden zwei Erscheinungsformen der fossilführenden Schlotfüllungen.

1. Der Spaltentypus.

Der Schlot entstand aus einer Gesteinskluft, welche erweitert wurde, ohne daß es zu einer ausgedehnten Höhlenbildung kam. Hierher gehört Bachhagel, Oberkochen, Stubersheim, Tomerdingen (Unt. u. Ob. Oligocän), Unt. Eselsberg, Örlinger Tal, Frohnstetten.

2. Der Höhlentypus.

Zuerst wurde eine Höhle angelegt; diese tritt mit der Oberfläche in Verbindung und wird ausgefüllt. Wir nennen als Beispiele Mähringen, Salmendingen, Melchingen, Ringingen, Ebingen, Kolbingen, Arnegg?

Mit der Bildungsgeschichte taucht ein anderes Problem auf. Hat die Juraoberfläche das Alter der darin eingetieften Spaltenfüllung? Dies dürfte in der Regel bejaht werden. Man sollte aber doch möglichst jeden Fall einzeln untersuchen, da wir weder über die ursprüngliche Tiefe der Schlote noch über jüngeres Tiefer-

wandern der Füllungen schon allgemein etwas sagen können. Nennenswerte erneute Deszendenz ist exakt noch nicht nachgewiesen worden. Die „schichtfremde" Blockpackung, auf welche sich Dietrich's Beweis einer jüngeren Relieferniedrigung um 130 m bei der Mähringer Spalte stützt (1922), braucht während der Füllung nicht dem Anstehenden entnommen worden sein. Auch ist eine Übertragung der Blautalschichtfolge (Sonderstellung des Arnegger Kalks und tiefe Lage der „Plattenkalke" bei Wippingen wahrscheinlich tektonisch bedingt!) erst nach einer sehr genauen Untersuchung zulässig.

Die Schlote sind durch Sickerwässer erweiterte Fugen, Klüfte und feine Spalten des Jurakalks. Zur Zeit ihrer Entstehung verengten sie sich nach oben und waren durch gröbere Gesteinsstücke, Boden und Vegetation mehr oder weniger stark abgedichtet. In einer zweiten, nicht immer scharf abgetrennten Phase wurde diese schützende Decke entfernt, die Hohlräume traten mit der Oberfläche in offene Verbindung und wurden ausgefüllt. Die zeitliche und örtliche Verbreitung der Schlotfüllungen ist demnach abhängig von der Verkarstung der Alb und jüngerer Denudation. Sämtliche präaquitane Vorkommen sind auf den Südrand der Alb beschränkt. Sie wurden im Bereich der Molasse[1] vor der, der Nordalb gegenüber geringeren und vom Chattium bis zum Unterpliocän fast vollständig unterbrochenen Abtragung geschützt. Nur im O, wo auch obermiocäne Schichten im N erhalten blieben, sind alttertiäre und altmiocäne Füllungen noch nördlich der Klifflinie bekannt (Stubersheim, Oberkochen, Ries, Heidenheim a. H., Raitenbuch, Pappenheim). Westlich des Ries entfallen auf das

| | Vorkommen. | | |
|---|---|---|---|
| Untereocän . . . | 2 | Untermiocän . | — |
| Obereocän . . . . | 6 | Mittelmiocän . | 1 |
| Unt. Oligocän . . | 10 (—11) | Obermiocän . . | 2 (—7) |
| Mittl. Oligocän . . | — | Altpliocän . . | 10 (—15) |
| Ob. Oligocän . . . | 2 | | |

Besonders zahlreich sind also Wende Eocän—Oligocän und Pliocän vertreten. Diese Maxima verknüpft man mit Recht mit Phasen der Verkarstung, Reliefbildung und Tektonik. Erst die

[1] Frohnstetten, die einzige Ausnahme liegt 3 km nördlich der untermiocänen Meeresküste.

Molassetransgression verhinderte die Entstehung weiterer Schlotfüllungen im S, während solche im N durch postmiocäne Ausräumung wieder entfernt wurden.

Zuverlässige Rückschlüsse über das Alter der benachbarten Juraoberfläche erlaubt z. B. noch die Frohnstetter Paläotheriengrube, da von ihr die Fundumstände dank der vielen Tausenden von Zähnen genauer bekannt sind. Die reichsten Fossilreste barg ein N 77 W streichender, geradliniger Spaltenzug von 7 m Breite (Quenstedt 1855, S. 98), 236 m Länge und einer maximalen Tiefe von 17 m (Achenbach 1859, S. 123). Es ist der auch auf der topographischen Karte (1 : 25 000, Blatt Winterlingen, 1918) eingezeichnete Grabenzug nordwestlich des Sebastiansbergs und nordöstlich P. 865,5. In der Spalte kam es zu keiner Sinterkalkbildung an den korrodierten, von einer Eisenerzkruste überzogenen, fast senkrecht abfallenden Marmorwänden. So dürfte sie auch nicht, wie bei Salmendingen und Mähringen, zuerst als unterirdischer Hohlraum angelegt worden sein. Frohnstetten unterscheidet sich von den eben genannten Vorkommen noch dadurch, daß sicher kein erneutes Absinken nach der Füllung mehr stattgefunden hat, die Fossilreste sich also noch in ihrem ursprünglichen Lageverband befanden. Ein genaues Profil hat O. Fraas (1852, S. 57) gegeben und Achenbach (1859) einige Erläuterungen dazu. Eine willkommene Ergänzung verdanke ich Herrn Dr. Berckhemer, eine handgezeichnete Profilskizze von O. Fraas. Hier (Abb. Nr. 1) wird eine Stelle des Spaltenzugs wiedergegeben, an welcher die hangende Schicht 2 des früher von Fraas veröffentlichten Profils schon aufgearbeitet und entfernt war. Man bemerkt, daß sowohl die Fossilreste wie auch die eingeschwemmten Bohnerze[2] sich auf bestimmte Schichten beschränken. Die Knochen und Zähne sind in der Regel gut erhalten, nur selten (in den obersten Schichten auch nach Quenstedt 1853, S. 70) gerollt; aber sie liegen wahllos, ohne jeden natürlichen Zusammenhang nebeneinander. Mit ihnen kommen Abdrücke von Blättern vor (Koken 1905; Beleg in Tübingen), die einzigen in den alttertiären Schloten der Alb. Wären die leicht zerstörbaren Pflanzen überliefert, die tierischen Reste, das Sedimentmaterial einzig in dieser Spalte in so ausgesprochenen Schichten eingebettet worden, wenn sie einen weiteren

[2] Bohnerz soll auch authigen die Markhöhlen der Knochen erfüllt haben.

Weg in die Tiefe bei der Füllung hätten zurücklegen müssen? Offenbar hat an dieser Stelle seit dem Obereocän nur eine ganz geringe Abtragung stattgefunden oder ist sogar die Oberfläche des Rückens, in welchem sich der Spaltenzug heute befindet (Alberti 1853), und die der Grenze Weißer Jura Massenkalk gegen W.J. ζ oberer Platten-

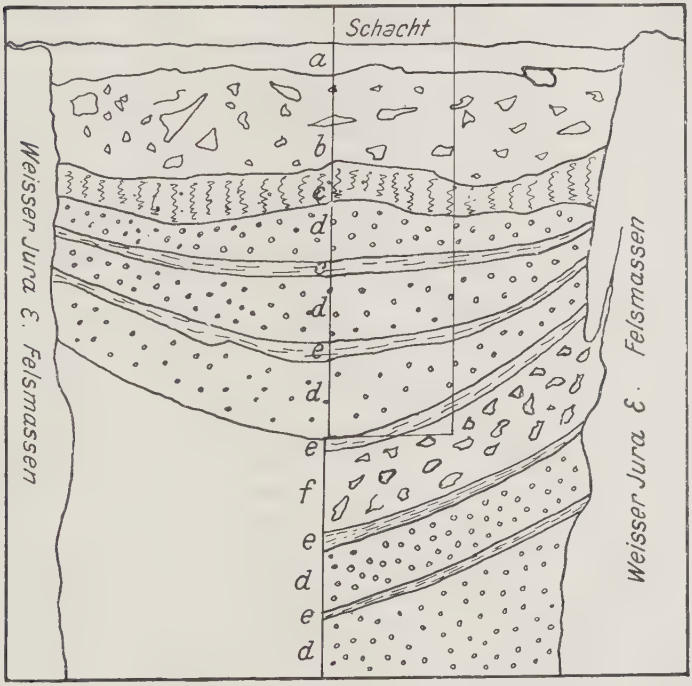



Abb. 1. Stauss'sche Paläotheriengrube bei Frohnstetten. Schichtlagerung und Proportionen nach einer Skizze von O. Fraas. a) Rasenerz, fein gepulvert mit abgerollten Zähnen und Knochen 2′ (0,57 m). b) Kies und Letten, selten ein Knochen (nach der Signatur der Skizze mit ungerundetem Juramaterial) 12′ (3,43 m). c) Hellgelber Letten, Breccie von Zähnen und Knochen 2′ (0,57 m). d) Erz, Zähne selten und eingewachsen, an der Grenze Schalerz. e) Lettenbank von 2—5″ (6—14 cm). f) Kies mit Erz.

kalk entspricht, ein Überrest eines alttertiären Reliefs. „Tot" ist die Landschaft deswegen nicht. Die Trockentäler der Hardt sind wesentlich jüngerer Entstehung. Aus der übergroßen Anzahl zugleich eingeschwemmter Fossilien und einigen echten Jurageröllen (W.J. ζ, Beleg Tübingen) geht hervor, daß der Spalten-

zug im Eocän nicht auf einem Rücken, wie heute, sondern in einer Depression gelegen hatte in nächster Nähe eines wassererfüllten Beckens (Krokodil, *Emys*!).

In ursprünglichem Lageverband, durch Kalkausscheidungen verkittet, dürften sich auch die Füllungen von Bachhagel, Rammingen, Tomerdingen (altoligocän) und des Örlinger Tales befinden. Die Juraoberfläche könnte auch dort ein mit den Schlotfossilien gleichaltes Relief zeigen.

Die Salmendinger Spaltenfüllung des Monk stellt einen ganz anderen Typus dar mit altpliocänen und pleistocänen Resten, wobei die pliocänen weit überwiegen und menschliche Werkzeuge erst viel später hinzugekommen sind.

Die Bildungsgeschichte kann einfacher als bisher (Weiger 1908, S. 213; Dietrich 1922, S. 224) dargestellt werden.

1. Die eindringenden Meteorwässer werden durch den tonreichen Weißen Jura $\gamma$ am weiteren Versickern verhindert. Das Wasser fließt als Grundwasser unter Ausbildung von Hauptgrundwasserströmen entsprechend dem Schichtfallen innerhalb des Weißen Jura $\delta$ langsam nach S bis SO ab. Auf seinem Weg erweitern besonders die Hauptströme durch Lösen die Fugen des Kalks zu mehr oder weniger zusammenhängenden unterirdischen Hohlräumen (nach Quenstedt 1861 noch 80′ tief), in welchen die unlöslichen tonigen Rückstände, Teile des späteren Bohnerztons, wieder abgelagert werden.

2. Fortschreitende Verkarstung legt die Hohlräume teilweise trocken. Es können sich die ersten „Salbänder" und Sinterkalke bilden, ebenso primäres Bohnerz.

3. Die höheren Schichten des Weißen Jura, $\varepsilon$ und $\zeta$, sind abgetragen worden. Die bisher unterirdischen Spaltenzüge treten mit der Oberfläche in Verbindung. Außer gelösten haben von jetzt an sämtliche beweglichen Stoffe Zutritt.

4. Eingeschwemmte Tone, Quarzsande (!), sekundäres Bohnerz, Säugerreste, Aufarbeitungsprodukte des Weißen Jura erfüllen die Hohlräume. Der Prozeß setzt sich, wie die Verkarstung, bis in historische Zeiten fort. Losgelöstes, eingestürztes Nebengestein lag nach Achenbach (S. 117) besonders in der obersten Zone. Die Fossilien sind zum größten Teil vollständig gerollt. Es ist weniger an Transportwirkung über Tag zu denken als an wirbelnde Bewegung innerhalb der Hohlräume selbst (vgl. Quenstedt 1861,

S. 742), wie sie auch bei der diluvialen Füllung des Sybillenlochs auf der Teck nachgewiesen wurde (E. Fraas 1899). Es traten nicht die unterirdischen Hohlräume nur durch Erweiterung der nach oben führenden Spalten mit der Oberfläche in offene Verbindung. Wir befinden uns ja im Bereich der Salband- und Sinterkalkbildung, im Bereich der Hohlzüge selbst. Da hier, wie auch in den anderen Füllungen der Gegend, eine deutliche Schichtung beobachtet wurde (Achenbach 1859), hat offensichtlich eine jüngere Deszendenz in größerem Umfang nicht stattgefunden. Die heutige Oberfläche des Monk, deren Entstehung die Fossileinschwemmung erst ermöglichte, ist höchstens altpliocänen Alters. Dasselbe gilt für die Höhenzüge südlich Salmendingen (Gruben der Burghalde, Weiger 1908, S. 217) und südlich Ringingen. Weitere Vorkommen des Salmendinger Typus ziehen sich auf den $\delta$-Rücken bis gegen Genkingen (Winzloch) hin. Wie schon Weiger (S. 227) annimmt, sind die in den Weißen $\gamma$ eingetieften Täler jünger, höchstens in der zweiten Hälfte des Pliocäns angelegt worden. Das gleiche dürfte auch für den östlich anschließenden oberen Talabschnitt der „Urlauter" (G. Wagner 1927 a) gelten, wobei unerörtert bleiben mag, ob die Entwässerung am Talknoten bei Engstingen nicht auch einmal nach SSW zur Seckach gegangen ist.

Diesen Höhlentypus findet man, wie schon bemerkt, auch noch in anderen Schloten verwirklicht.

## Die Schwäbische Alb und das Molassebecken.

Die Meeresingression der Rheintalsenke (Rupelium) findet in der „Unteren Meeresmolasse" der subalpinen Beckenzone eine Parallele. Die normale Unterlage dieser ältesten Molasseschichten ist unbekannt, die Liegendgrenze heute eine Überschiebungsfläche. Da ferner der größte Teil der U.M.M. unter jüngeren Ablagerungen begraben liegt oder auch tektonisch unterdrückt ist, so kann bisher über Herkunft, Umgrenzung und Rückzug dieses Meeres Gesichertes nicht ausgesagt werden. Weithofer (1917) denkt an Zusammenhänge mit östlich gelegenen Meeren. Eine Verbindung mit dem Meere des Oberrheintals bestand nach Baumberger (1927) nicht. Ebensowenig hat die U.M.M. den Südrand der Alb erreicht (die Cerithienschichten, Weithofer 1917, S. 82, sind untermiocän; Schad 1913 a wurde durch Dietrich 1915 und Berz 1915 S. 286 widerlegt).

Zusammen mit einer Überschwemmung mit Flußgeröllen geht im Bodenseegebiet die Aussüßung des Beckens schnell vor sich (Heim, Arn. 1928, S. 44). Eine neue orogenetische Phase kommt nicht allein in dieser grobklastischen Sedimentzufuhr zum Ausdruck, sondern auch in einem langsamen Absinken des Schwäbischen Jura, dem Vordringen der Molasse nach N, so daß im Chattium das Sedimentationsbecken der „Unteren Süßwassermolasse" bis zur Donau reicht.

## Die untere Süßwassermolasse[3].

### Becken- und Randfazies.

Die verschiedene Sedimentzufuhr, im N aus der flachen Karstlandschaft des Jura, im S aus dem jungen, in Bewegung befindlichen Orogen, prägt sich im Becken aus in einer kalkreichen subjurassischen Randfazies, einer sandig-mergeligen Beckenfazies und einer subalpinen nagelfluhreichen Randfazies. Die erstere unterscheidet sich wesentlich auch durch ihre reiche Fossilführung von den beiden anderen Faziesgebieten. Auf Grund dieser Organismenreste hat Wenz (1916, 1918) eine ältere chattische und eine jüngere aquitane Süßwassermolasse ausgeschieden.

### Die prächattische Landoberfläche der Alb.

Schon Moos (1924) konnte zeigen, daß unter den aquitanen Schichten ein flaches Jurarelief begraben liegt. Die aquitanen „Ulmer" Schichten werden im Schmiechtal unterlagert von chattischen Süßwasserbildungen, ohne daß sich dazwischen eine Ausräumungsdiskordanz nachweisen ließe. Man kann deshalb erwarten, daß das „plombierte" Jurarelief schon in einer prächattischen (unteroligocänen?, s. S. 223) Phase entstanden ist. So zeigt auch wirklich der Untergrund der chattischen „Ehinger" Schichten eine ähnliche Skulptur.

Höhenlage der Liegendgrenze der U.S.M. auf einer N—S-Linie des Blattes Schelklingen.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Schneckenburren, westl. Sotzenhausen . . | W.J ζ bis | 674 | m |
| Südhang des Schneckenburren. . . . . | W.J. ζ/U.S.M. | 654 | „ |
| Nordhang des Hühnerberg . . . . . | W.J ζ/U.S.M | 655—660 | „ |
| Spitze des Hühnerberg . . . . . | W.J. ζ bis | 678 | „ |
| Südhang des Hühnerberg . . . . . | W.J. ζ/U.S.M. | 647 | „ |

[3] Siehe Abb. 2. 1 = Ziertheim, 2 = Schmiechtal, 3 = Emerberg, 4 = Ablachtal, 5 = Boll, 6 = Stockacher Achtal, 7 = Wasserburger Tal.

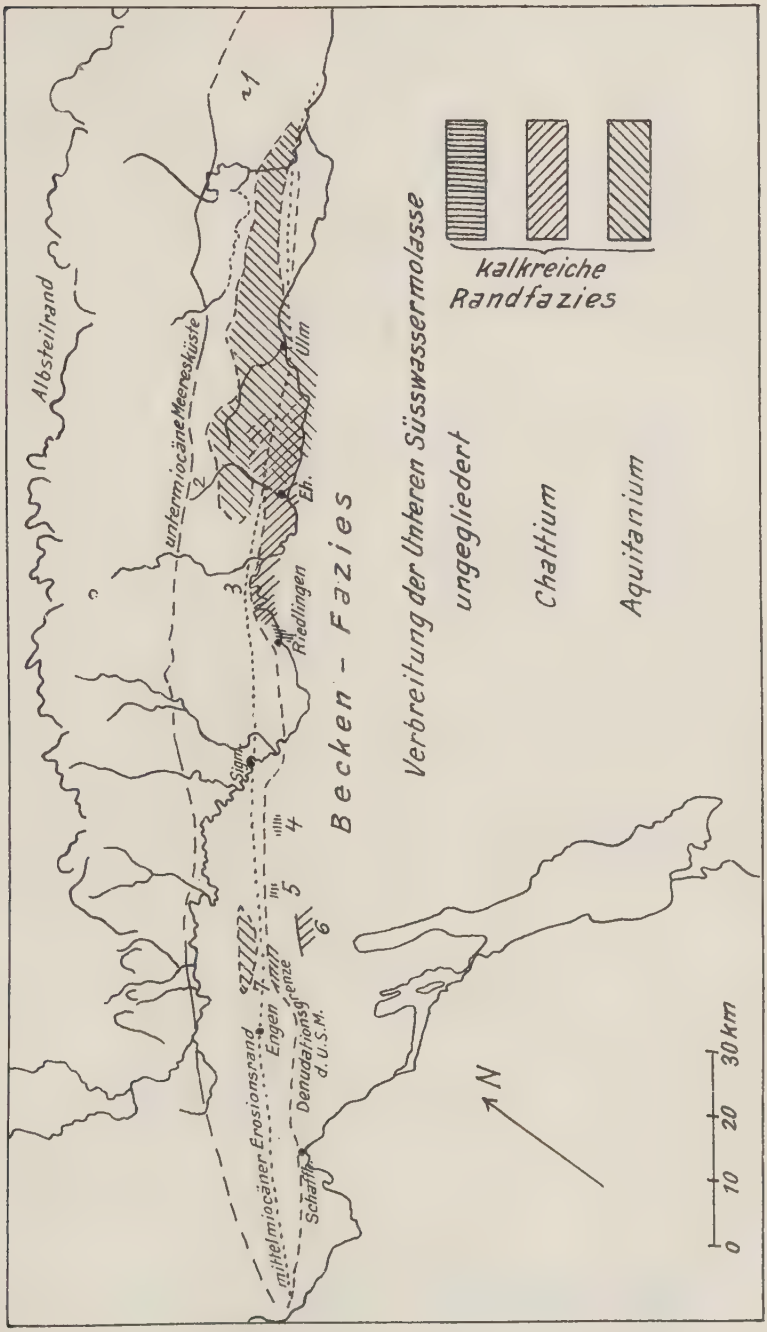

Albsteilrand
untermiocäne Meeresküste
Ulm
Eh.
Riedlingen
Sigm.
Becken-Fazies
Verbreitung der Unteren Süsswassermolasse
ungegliedert
Chattium
Aquitanium
kalkreiche
Randfazies
mittelmiocäner Erosionsrand
Engen
Amin
Denudationsgrenze
d. U.S.M.
Schaffh.
N
0 10 20 30 km

Abb. 2.

| | | |
|---|---|---|
| Straße Schmiechen—Ringingen . . . . . | W.J. ζ/U.S.M. | 625 m |
| Wegkreuz Pfifferlingsberg bei „Schgr“ . . | massiger W.J. bis | 633 „ |
| „Unter dem Brunnen“ . . . . . | W.J/U.S.M. | 595 „ |

Vergleiche auch Stitzenberger 1906.

Die Höhendifferenzen betragen hier maximal 30 m, während Moos (1924, S. 178) aus der Ulmer Gegend 40 m mitteilt. Dazu muß bemerkt werden, daß die Höhenunterschiede von Weidach auf eine Störung, nicht auf Denudation zurückzuführen sind (s. S. 257), also nur Albeck 40 m ergibt. Im allgemeinen handelt es sich demnach um Reliefunterschiede von 20—30 m mit Neigungen von 5—14 %.

Eine alte Hebungstendenz, die aber zur Zeit der Molassetransgression schon nicht mehr in Erscheinung trat, erkennen wir im Vorland des Schwarzwalds. Dort westlich Schaffhausen transgrediert die U.S.M. über W.J. $\gamma$ und $\delta$ (Goehringer 1915), während sonst nur W.J. $\varepsilon$ und $\zeta$ das Liegende bildet. Die gleiche Erfahrung machen wir wieder bei der Transgression der untermiocänen Meeresmolasse. Die ehemalige Nullmeterlinie, die Klifflinie, zieht von Blumberg nach SW bis zum Rhein über W.J. $\alpha$ und $\beta$, nach NO bis Tuttlingen über W.J. $\alpha$ bis $\zeta$, während sich nordöstlich Tuttlingen nur W.J. $\varepsilon$ und $\zeta$ beteiligt. Die Molasse lagert also einer Verebnungsfläche auf. Diese könnte das Endprodukt eines cretacisch alttertiären Zyklus sein. Ebenso gut möglich wäre, daß es nie zu einer stärkeren Oberflächengliederung und Hebung über den Meeresspiegel kam, in der Verebnung ein gewisser Gleichgewichtszustand zwischen hebenden und ausräumenden Kräften sich abbildete.

### Die chattischen Ramondischichten.

Synonyme: Unterste Abteilung der *Ramondi*-Schichten, Sandberger 1875, S. 367.
Erste und zweite Abteilung der U.S.M., Schad 1908.
*Rugulosa*-Kalke part., Engel 1908.
Ehinger Schichten, Hennig 1923, S. 225.

Leitformen: Siehe Wenz 1916, S. 195.

**Verbreitung:**

#### a) Ehinger Gebiet.
(Sotzenhausen—Reutlingendorf.)

Die hier besonders gut entwickelten *Ramondi*-Schichten liegen unmittelbar den Plattenkalken des W.J. $\zeta$ auf. Der nördlichste,

fossilführende Aufschluß, in einem roten Tonmergel mit *Plebecula ramondi* Brongt., *Parachloraea oxystoma oxystoma* Tho., *Cepaea rugulosa rugulosa* Ziet., wurde an der Steige Schelklingen—Pfifferlingsberg bei etwa 614 m NN gefunden. Nördlich und nordöstlich davon bis zum Hühnerberg und Beiningen treten im Liegenden der U.S.M. noch mehrmals rote Tone und Tonmergel auf, welche Äquivalente der Ehinger Schichten sein dürften. Vom Pfifferlingsberg nach S bis Ehingen können die *Ramondi*-Schichten in jedem Profil der linken Schmiechtalseite nachgewiesen werden. Zu unterst in diesen Schichten fand Schad (1913, S. 25) Juragerölle, Zeugen alter Abflußrinnen.

Die nicht unbedingt fluviatil entstandenen „Kugelmergel" finden sich jedoch, wo immer die Basisschichten bloßgelegt sind, auch innerhalb des Hochsträß (z. B. Erbesgrund). Ihre Verbreitung hängt nur deshalb mit dem heutigen Flußsystem zusammen, da sie ja sonst nirgends aufgeschlossen sein können.

Die Ausbildung der Ehinger Schichten ist in der Regel wie in Profil Nr. 14. In weißgrauen Mergelkalken wurde eine sehr individuenreiche Fauna gesammelt am Waldrand westlich „S.Sch.Platz": *Plebecula ramondi* Brongt., *Cepaea rugulosa rugulosa* Ziet., *Pomatias antiquum antiquum* Brongt.; in rotem Kalkmergel an der Straße Allmendingen—Häulesberg bei etwa 590 bis 595 m NN: *Plebecula ramondi* Brongt., *Cepaea rugulosa rugulosa* Ziet.; an der Straße Schwenkweiler—Altheim siehe Profil Nr. 14.

Östlich Ehingen verschwindet die chattische Süßwassermolasse unter der jüngeren, aquitanen unter Tag. Ein Auskeilen kann deshalb nicht beobachtet werden. Es findet aber zwischen Ehingen und Ulm statt, da nach Moos (1924, S. 170) im O die aquitane Süßwassermolasse immer direkt auf Weißem Jura liegt. Eine Ausnahme machen die vielleicht chattischen „Knollenkalke" von Einsingen (Moos 1924, S. 184). Nur im Ries scheint zu dieser Zeit schon ein Sonderbecken bestanden zu haben (Jooss 1912; Fossil. Cat. S. 260).

Eine zuverlässige petrographische, durchgehende Grenze zur aquitanen Molasse kennen wir noch nicht. Es werden deshalb hier nur durch Leitformen sicher belegte Ablagerungen zur chattischen Stufe gerechnet.

An Ehingen nach SW schließt der Höhenzug von Stetten mit *Ramondi*-Schichten an (*Cep. hortulana* Tho. vom Käshof; Wenz 1916, S. 184). Rechts der Donau fand sich ein neues Vorkommen am südlichen Waldrand des Hirnhau (östlich Datthausen). Dort führen rote und weiße, knollige, den W.J. ζ bedeckende

Mergel zahlreiche *Plebecula ramondi* Brongt., *Pomatias antiquum antiquum* mit vereinzelt eingeschwemmten Bohnerzkörnern; darüber folgen weißgraue und sandige grüne Kalkmergel. Nördlich davon über dem W.J. ζ-Steinbruch bildet die Basis der U.S.M. eine durch Süßwasserkalk verkittete Jurabreccie.

Ähnlich ist das Profil am Südfuß des Emerbergs bei Zwiefaltendorf (Profil Nr. 17; vgl. Schwarz 1913, S. 9, 48). Schwarz nennt von dort aus demselben Lager Leitformen der chattischen und der aquitanen Stufe. Erneute Untersuchung des Belegmaterials führte zu dem Ergebnis, daß eine stark abgerollte *Plebecula ramondi* Brongt. irrtümlicherweise als *Omphalosagda subrugulosa* Qu. bestimmt wurde, daß also keine Faunenmischung der beiden Stufen vorliegt.

Mit dem Verschwinden dieser Schichten unter dem Diluvium bei Flur „bei der ob. Gasse" (s. S. 268) fehlen bis zum badischen Bodenseegebiet durch Fossilien belegte Sedimente der *Ramondi*-Stufe. Eine kalkige Randfazies ist zwar noch an verschiedenen Stellen in der Liegendzone der U.S.M. innerhalb sandig-mergeligen Schichten aufgeschlossen (Teike 1921), so z. B. im Ablachtal durch den Bahneinschnitt zwischen Meßkirch und Igelswies. Dieser ist aber wie die Kalkserie, welche den W.J. ζ zwischen Igelswies und Menningen auf der linken und am Muckenbühl auf der rechten Ablachtalseite überlagert, fossilleer. Auch die Ziegelgrube von Boll (westlich Meßkirch) hat einen Kalkhorizont angeschnitten. Die eingeschlossenen Fossilien hat Herr C. Jooss bestimmt:

*Coretus cornu* Brongt., *Cepaea rugulosa* Ziet., *Zonites subangulosus subangulosus* Zieten.

Eine Zuweisung der Schichten zur chattischen oder aquitanen Stufe ist auf Grund dieser Funde nicht möglich. Hildenbrand (Bl. Friedingen) stellte diese Kalke in die O.S.M. und infolgedessen darunter liegende Sande in die M.M. Dieser fossilleere, glaukonitfreie, durch Roterdeeinschwemmung z. T. auffallend ziegelrot gefärbte Quarzglimmersandstein oder Sand, welcher dem Weißen Jura ζ mit seinen Bohnerzschloten unmittelbar aufliegt, zeigt schon zu Beginn der Molassesedimentation einen Zustrom aus ferner gelegenen Beckengebieten an.

Fossilleer ist wiederum in der Riedlinger Gegend die basisnahe Süßwasserkalkfazies am Rain oberhalb Daugendorf und im Eisenbahneinschnitt westlich Unlingen (nach Hildenbrand).

b) Bodenseegebiet.

(Hoppetenzell—Zizenhausen.)

Auf W.J. ζ liegt im Tal der Stockacher Ach ein Malmkalkkonglomerat, dann Kalkmergel und einzelne Kalklagen mit einer reichen Fauna der *Ramondi*-Stufe (Stitzenberger 1906, S. 397).

**Zusammenfassung:** Zusammengeschwemmte kalkarme Roterdebildungen, seltener Jurakonglomerate oder Jurabreccien gehen nach oben über in Mergel mit einer aus der benachbarten Karstlandschaft eingeschwemmten Gastropodenfauna. Mehrmalige Aufarbeitung (Profil Nr. 14 = Kugelmergel n. Schad 1913) deuten strandnahe, die darüber folgenden Süßwasserkalke eine strandfernere Zone an. In den Profilen Schad's (1908) aus der Umgebung von Ehingen treten innerhalb der untersten Abteilung der chattischen Stufe schon sandige Schichten auf. Vielleicht mit Ausnahme der Bildungsdauer der liegenden bituminösen Kalke bestand danach eine enge Verbindung mit dem Molassebecken. Die Ehinger Schichten sind nur eine Randfazies eines größeren, die ganze Senke erfüllenden Süßwassersees. Die Einteilung von Schad (1908, S. 249; Jooss 1928, Tabelle 13), nach welcher die sandige Fazies die Hangendschichten der U.S.M. bildet, hat nur für die nächste Ehinger Umgebung Gültigkeit.

**Die aquitanen Subrugulosaschichten.**

Synonyme: Die beiden obersten Abteilungen der *Ramondi*-Schichten, Sandberger 1875, S. 367.
Öpfinger Schichten und *Crepidostoma*-Kalke, Engel 1908.
*Rugulosa*-Kalke part., Engel 1908.
Thalfinger Schichten.
*Omphalosagda*-Schichten, Wenz 1916.
Ulmer Schichten, Jooss 1921.

Da auch in den *Ramondi*-Schichten eine *Omphalosagda* vorkommt, so ist es zweckmäßig, wie auch sonst üblich, statt des Genus den Speziesnamen zur Zonenbezeichnung zu wählen.

Leitformen: Gastropoden, Wenz 1916, S. 195.
Säugetiere, Schlosser 1904.

**Verbreitung:**

a) Ulmer Gebiet.

Bei Ulm ist die kalkige Randfazies besonders mächtig und fossilreich (Eggingen, Haslach, Thalfingen) entwickelt. Sie wurde

hier daher schon früh beobachtet und wiederholt untersucht. Es genügt, auf diese Arbeiten zu verweisen (K. Miller 1871; J. Schad 1908; Wenz 1916, 1918; Moos 1924).

### b) Wasserburger Tal.

Fast unbekannt geblieben sind bisher aber die Schichten des Wasserburger Tals, des nördlich an das Hegau sich anschließenden Gebiets. Diese Süßwasserbildungen ziehen sich in sporadischem Auftreten von Neuhausen o. E. über Liptingen zum Wasserburger Tal nordwestlich Honstetten (Profil Nr. 4) und sind dann wieder aufgeschlossen auf der linken Seite des Krebsbachtals zwischen Reuthe und der Tudoburg. Für die Altersfrage ist von Bedeutung, daß *Omphalosagda subrugulosa* Qu., welche bisher nur als Lokalform der Ulmer Gegend genannt wurde, hier ebenfalls, wie neuerdings von Baumberger (Heim, Arn. 1928, S. 54) in der Vorarlberger subalpinen Molasse, nachgewiesen werden konnte.

### Transgression der U.S.M.

Die chattische Molasse transgrediert bei Ulm nach N etwa bis zu einer Linie Zwiefaltendorf—Allmendingen—Steinefeld—Erbach. Die aquitane Molasse erreichte dagegen noch die Orte Altsteußlingen—Seißen—Tomerdingen—Stetten o. L.—Unt. Moedlingen—Ziertheim (Mengele 1916, S. 67). Sie schritt demnach nach NW senkrecht zur heutigen Beckenachse um 6—7 km, nach NO um etwa 40—45 km vor (vielleicht ohne daß es hier zu einer zusammenhängenden Sedimentdecke kam).

Die Transgression läßt sich auch im Hegau beobachten. Sie betrug nach NW ungefähr 10—12 km (Stockacher Achtal—Wasserburger Tal).

**Beckenfazies:**

Die kalkige Randfazies wird gegen das Becken abgelöst durch sandig-mergelige Schichten. Dieser aquitanen Beckenfazies gehört der größte Teil der in Oberschwaben aufgeschlossenen U.S.M. an. Dafür spricht die Faziesverzahnung bei Ulm—Ehingen, wie auch die Beobachtung, daß darüber ohne Diskordanz (s. S. 239) die burdigale Meeresmolasse liegt.

## Die burdigale Meeresmolasse[4].

Die Meeresmolasse, welche sich bei ungestörter Lagerung ganz unvermittelt über der „unteren" Süßwassermolasse einstellt, war zu Beginn der geologischen Erforschung des Molasse-Beckens der wichtigste, ja einzige Bezugshorizont. Er wurde inzwischen wieder unterteilt, aber „alle stratigraphischen Gliederungsversuche können bisher nicht befriedigen" (Hennig 1923, S. 233). Selbst die Zuweisung zur burdigalen oder helvetischen Stufe ist in Schwaben noch umstritten.

Die Untersuchungen von Rutsch (1928) in der Berner Molasse haben den geringen Unterschied in den verschieden alten Molluskenfaunen erwiesen. Nach Oppenheim (1928, Referat) sind zudem von den fünf, das Helvetium vor dem Burdigalium auszeichnenden Arten Rutsch's drei unsicher. Deshalb wird hier versucht, unter vollständiger Zurückstellung biostratigraphischer Methoden, nur auf Grund der Faziesausbildungen, ihrer Korrelation und Verschiebung infolge alpiner Bewegungsvorgänge zu einer Unterteilung und einer paläogeographischen Vorstellung innerhalb der M.M. zu kommen.

Der zweiten Aufgabe, der Parallelisierung mit den Stufen anderer Tertiärgebiete, muß die Untersuchung der nächstjüngeren, der Grimmelfinger und Kirchberger Schichten, vorangehen. An sie kann deshalb erst am Schluß herangegangen werden.

### Die Unterlage.

Die Unterlage wechselt nach drei konzentrisch zum Molassebecken verlaufenden Zonen.

In der nördlichsten besteht sie aus den Schichten des Malm, daran anschließend aus aquitanischen Ablagerungen. Die kalkige Randfazies dieser Süßwasserbildungen bildet die Basis von Untermödlingen (bei Gundelfingen) bis zum Hochsträß (westlich Ulm) und ehemals auch im oberen Wasserburger Tal. Den restlichen größten Anteil der Liegendfläche nimmt aber die sandigtonige Beckenfazies insbesondere ihre oft roten Scheckenmergel ein.

---

[4] Abb. 3. 1: Dettingen, 2: Ochsenhausen, 3: Baltringen, 4: Ingerkingen, 5: Dürmentingen, 6: Friedberg, 7: Andelsbachtal, 8: Brunnhausen, 9: Ueberlingen, 10: Ludwigshafen, 11: Wiechs a. R.

Die Pfeile deuten die Transportrichtung der alpinen Gerölle in M 3s an. a—d: Flußmündungen, b: „Schmeie", c: „Brenz", d: „Egau".

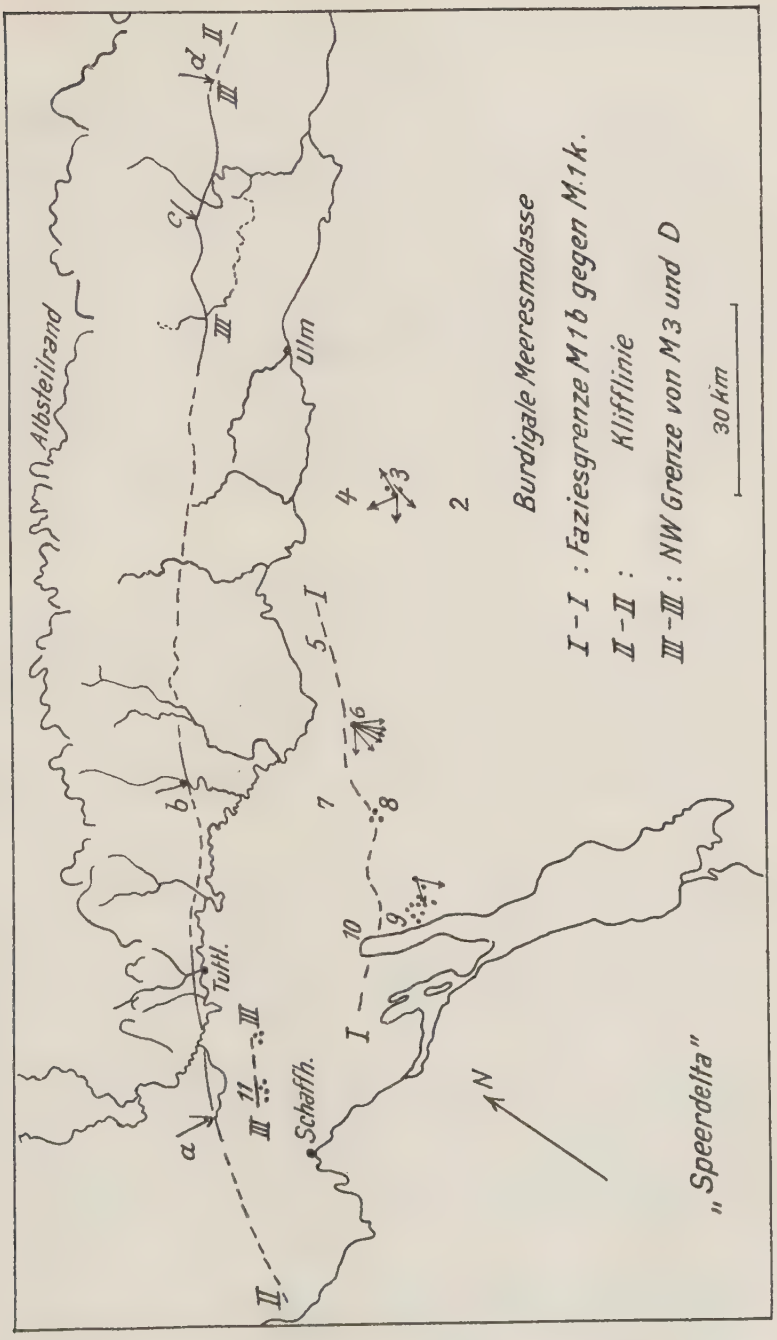

Albsteilrand
Ulm
Tuttl.
Schaffh.
„Speerdelta"
N
Burdigale Meeresmolasse
I–I : Faziesgrenze M1b gegen M1k.
II–II : Klifflinie
III–III : NW Grenze von M3 und D
30 km

Abb. 3.

## Die Stratigraphie.

Nicht in erster Linie der schnelle Fazieswechsel, sondern viel eher die an Zahl geringen Aufschlüsse erschweren eine Untersuchung der M.M. Auf der einen Seite des Donautals, im N, liegen nur noch vereinzelte, isolierte Denudationsreste der einst zusammenhängenden marinen Sedimentdecke; auf der anderen sind die Täler in der Regel nicht tief genug eingeschnitten in die tertiäre Unterlage des Diluviums, um außer dem Nebeneinander der Faziesausbildungen auch ein Übereinander der gesamten M.M. aufzuschließen. Eine Ausnahme macht der junge Graben des Überlinger Sees und bis zu einem gewissen Grade auch die weitere Umgebung von Ulm. Der geschichtlichen Entwicklung entsprechend wird auch hier von diesen beiden Flügeln ausgegangen und erst dann das Zwischengebiet angegliedert.

## Die Basisschichten.

Eine einheitliche Vorstellung, in welcher Weise das Meer in das Untersuchungsgebiet eingedrungen ist, besteht bisher nicht. Mehr Einigkeit herrscht in der Auffassung, daß zwischen der U.S.M. und der M.M. eine zeitliche Lücke, ein Hiatus sich findet (Dietrich und Kautsky 1920, S. 245; Moos 1924, S. 190). Die Lösung beider Probleme setzt die Kenntnis der marinen Basisschichten voraus.

### a) Im Sektor Ochsenhausen—Baltringen—Ulm.

Die untersten Schichten der M.M. sind im zentralen Gebiet des Molassebeckens nur einmal durch die Tiefbohrung bei Ochsenhausen (14 km östlich Biberach) über bunten Mergeln der U.S.M. erschlossen worden. Ihre gleichmäßige, tonreiche, aber doch sandige, feinkörnige Fazies (Berz 1915, S. 298—299) weist auf eine Sedimentation durch eine stetige, aber schwache Transportströmung hin, eine Ausbildung, wie sie in nächster Nähe der Küste in dem an grobklastischem Material reichen Molassebecken nur ausnahmsweise vorkommen dürfte. Für eine strandferne Bildung spricht aber entschieden der durch die ganze mächtige Gesteinsfolge (168 m!) darüber gleichbleibende petrographische Habitus.

Von hier nach NW streichen immer ältere Schichten des tertiären Untergrundes infolge der synklinalen Lagerung der Molasse an der

Oberfläche aus. So erreicht man nach etwa 20 km bei Ingerkingen wieder die Liegendgrenze der M.M. Die Grenze kann von dort an über Rusenberg—Willenhofen—Dürmentingen bis zur äußersten Küstenlinie bei Themmenhausen mit mehr oder weniger großen Unterbrechungen über Tag verfolgt werden.

Die Ausbildung der Basisschichten zwischen Ingerkingen und Willenhofen erinnert an die strandferne Fazies von Ochsenhausen. Auch die artenarme, kleinwüchsige, wenig zahlreiche Fauna dieser „*Corbula*-Schichten" deutet darauf hin. Doch zeigt schon bei Ingerkingen eine Lage mit Quarzgraupen und Muscheltrümmern (Austern und *Pecten*) 3,5 m über der Liegendgrenze den Einfluß eines nordwestlich gelegenen Küstengebietes an.

Ingerkingen: im Straßeneinschnitt der „Mühlsteige" über grüngrauen Tonmergeln der U.S.M. 9—10 m mächtige, feine, glaukonitführende Sandmergel und Mergelsande (vgl. Berz 1915, S. 290).

Rusenberg: bei Kellergrabungen auf bunten Tonmergeln der U.S.M. feine glimmerigsandige graugrüne Tonmergel; in der Grube bei der Kapelle mit *Corbula*-Schichtenfauna.

Willenhofen: in der ehemaligen Grube nach Hildenbrand (1867) auf bunten Tonmergeln der U.S.M. blaugraue Tonsande: „*Corbula*-Schichten" mit Echinodermenresten (vgl. Miller 1876, S. 207).

Mit Dürmentingen wird eine Ausbildung der M.M. erreicht, wie sie von jetzt an bis zur Felsküste von Themmenhausen—Heldenfingen beibehalten wird. Die untersten marinen Schichten sind küstennahe Seichtwasserbildungen. Die Gesteine sind entsprechend den im Küstengebiet rasch wechselnden Sedimentationsbedingungen sehr verschieden. Gemeinsam ist ihnen das grobe Korn und das Auftreten von Geröllagen, Strömungs- und Deltakegelschichtung. Die Fauna ist mannigfaltiger. Bezeichnend sind Austern, Pholaden, Balaniden, Patellen und eingeschwemmte Landsäugetiere (z. T. vielleicht auf sekundärer Lagerstätte). Nach lokal besonders häufigen Faunenelementen spricht man von Turritellenschichten (Ermingen), *Pecten*-Sanden (Jungingen) u. a.

Dürmentingen: ehemaliger Steinbruch auf der linken Talseite mit schräggeschichteten, groben Glaukonitsanden voll Echinodermenstacheln, Terebrateln, Pecten, Haifischzähnen; im Keller der Brauerei steht nach Hildenbrand schon bunter Mergel der U.S.M. an.

Hochsträß, Ermingen, Dietingen, Themmenhausen s. Lutzeier 1922, S. 142, 139, 137, 135.

b) Im Sektor Überlingen—Oberes Donautal.

Die folgende Darstellung beruht allermeist auf den Ergebnissen der Arbeiten von Schill (1858), Gutmann (1911), Knupfer (1912), Schalch (1901) und Schmidle (1911, 1912, 1918 a).

Die untersten Schichten der M.M. werden im Seegebiet von massigen, glaukonitführenden, fossilarmen Sanden gebildet, denen Schalch nach ihrem typischen Vorkommen bei Sipplingen den Namen „Heidenlöcherschichten" gegeben hat. Für einen strandfernen Faziescharakter sprechen neben dem feinen Korn der Sande, ihrer Schichtungslosigkeit, bedeutenden Mächtigkeit (Schalch 1901, S. 305: 70 m) mehr negative Befunde, wie das Fehlen von Pholaden, Austerbänken, Muschelzusammenschwemmungen (*Corbula*-Bank erst in der Oberregion) und Geröllen.

Die Heidenlöcherschichten bilden das Liegende von Überlingen bis zum Künstberg westlich Sipplingen und von der Ruine Kargegg über Bodmann bis zum Mühlberg bei Stahringen, von dort noch nach SO bis Möggingen (Schalch 1901, S. 282, 302).

Im NW, von Ludwigshafen an, ändert sich die Fazies der Basisschichten. Es beginnt mit dem Weiherholzsteinbruch die Zone des „liegenden Muschelsandsteins" (Knupfer 1912, S. 37). „Der große Wechsel in den Mächtigkeiten, lappig verzweigte Ausbildung, vorherrschende Kreuzschichtung, Vorkommen wie Vergesellschaftung der Fossilien weisen alle auf eine küstennahe Bildung hin, die durch den Nordrand des Molassebeckens bedingt war."

Diese Flachseefazies setzt sich nach NW fort in den Steinbrüchen von Schopfloch, Zimmerholz, Thengen, Randen, um endlich an der Felsenküste bei Zollhaus im oberen Aitrachtal (Leuze 1922) auszukeilen.

**Das Altersverhältnis der Basisschichten.**

In jedem der beiden Sektoren wurde folgende Ausbildung der Basisschichten festgestellt: NW — Küste — küstennahe Flachseefazies — küstenferne Beckenfazies — SO. Es hindert uns nichts, die dem Beckeninnern zugekehrte Zone der Flachseefazies (z. B. Dürmentingen, unterer Muschelsandstein) als Litoralbildung gleichen Alters mit den untersten Schichten der Beckenfazies aufzufassen. Es ist nur noch zu erörtern, ob schon von Anfang an die ganze

Zone mit Flachseefazies von Meereswasser bedeckt war, oder ob diese erst nach und nach vom Meer erobert wurde, ihre Sedimente im NW also jünger sind als die Basisschichten gegen das Beckeninnere zu.

Für eine solche Transgression lassen sich eine ganze Reihe von Belegen nennen, so daß sie nicht mehr zweifelhaft erscheint.

1. Der felsige Untergrund der M.M. ist bis zu einer Entfernung von mindestens 17 km von der äußersten Klifflinie von Pholaden angebohrt (z. B. Hochsträß; Lutzeier 1922, S. 142) und in Geröllen aufgearbeitet. Er muß also von Meereswasser jeweils in Strandnähe längere Zeit frei überspült worden sein.

2. Den Dürmentinger Grobsanden und dem „unteren Muschelsandstein" entsprechen im Andelsbachtal die Ablagerungen von Hausen. Diese sind, wie Schrägschichtung, die weiter aus dem N herbeitransportierten Geröllager und die zahlreich eingeschwemmten Landsäugetierreste zu erkennen geben, Deltabildungen. Auch sie liegen 20 km von der Klifflinie gegen das Beckeninnere entfernt.

3. Sehr wichtig ist die Feststellung von Knupfer (1912, S. 37), daß im Seegebiet über dem unteren Muschelsandstein in einer dem Beckeninnern zugewandten Zone eine strandferne Fazies nach NO transgrediert. Sicher entsprach diesem Vorstoß auch eine gleichgerichtete Küstenverschiebung. Bei Dürmentingen ist eine derartige Beobachtung durch jüngere Abtragung unmöglich gemacht. Dagegen zeigt sich der transgressive Fazieswechsel auch südlich Sigmaringen (s. S. 250: M 2 b).

Demnach ist eine innere Zone der küstennahen Fazies gleichalt mit den unteren Schichten des Beckeninnern, die äußerste Zone erst nach und nach dem Lande entrissen worden. Die Sedimente dieses Küstenstreifens sind also, soweit sie den untersten Schichten angehören, je näher sie der Klifflinie zu liegen, desto jünger. Eine genaue Gliederung ist jedoch nicht möglich.

### Invasion und Transgression des burdigalen Meeres.

Die Untersuchung hat ergeben, daß die Basisschichten der M.M., mit Ausnahme der nördlichsten Strandzone, eine gleichalte, aber verschiedenartige, nach dem Gesetz der Korrelation vom Randgebiet zum Beckeninnern geordnete Faziesfolge enthalten. Es ist dies die für eine Invasion[5] charakteristische Ausbildungsweise.

[5] Invasion: rasche Besitznahme einer unter den Meeresspiegel reichenden, trockenen oder seeerfüllten, geschlossenen Depression.

Das Meer dringt plötzlich in eine tiefer gelegene Hohlform ein und erfüllt sie. War diese Depression eine festländische oder vom See der U.S.M. erfüllt?

Eine Lösung des Problems ist nach paläontologischen und petrographisch-stratigraphischen Methoden möglich. Unberücksichtigt bleiben muß die Küstenzone der M.M. Denn dort hat die Abrasion die obersten z. T. schon verfestigten Schichten der U.S.M. zerstört und aufgearbeitet. Anders im Beckeninnern: eine Lagerungsdiskordanz wurde hier noch nicht bekannt. Dieses Fehlen ist jedoch von geringer Bedeutung, da eine Feingliederung der U.S.M. nicht möglich ist, Diskordanzen auch von Meeresströmungen herrühren können. Die zeitliche Lücke soll sich aber durch eine rote Verwitterungsfärbung der obersten Schichten der U.S.M. verraten. Wie steht es damit?

Die Schichtfolge der Beckenfazies der U.S.M. läßt einstweilen eine schärfere Gliederung nicht zu. Nur das eine wird übereinstimmend festgestellt, daß sich überall gegen oben mergelige Schichten einstellen.

Berz (1915 S. 283): „rote Mergel" zwischen Ehingen und Biberach; Teike (1921 S. 19): „tonige mergelige Schichten" im Linzgau; Knupfer (1912 S. 33): „bunte Mergel" bei Stockach; Schalch (1901 S. 292) und Schmidle (1918 a S. 64): „sandigtonige buntfarbige Schichten", „rote, weiße und blaue Mergel" am Überlinger See; Gutmann (1911 S. 477): „bunte Tone und Mergel" im östlichen Hegau; Schalch (1922 S. 73): „Mergel besonders in der Nähe der Hangendgrenze" im Klettgau.

Diese feinstkörnige Fazies enthält bis nahe unter die Hangendgrenze Sandschmitzen und Sandschichten eingelagert, sie erreicht auch eine bedeutende Mächtigkeit (Überlingen mehr als 65 m). Ihre Entstehung verdankt sie einer erneuten Vertiefung des Beckens zu einem einheitlichen See, so daß gröbere sandige Schichten nur untergeordnet zur Ablagerung kamen. In ihr ist das Auftreten von roten Tonmergeln, scharf abgegrenzt oder übergehend in andere buntgefärbte Lagen, in jedem Niveau und jedem Profil zu finden (Gutzwiller 1883, S. 19; Schalch 1922, S. 73; Berz 1915 und eigene Aufnahmen). Die färbende Roterde ist allothigen, von N oder S eingeschwemmt. Besteht man aber dennoch auf einer

---

Transgression: kontinuierliches Vorrücken der Meeresküste über festländische Verebnungen.

Ingression: kontinuierliches Vorrücken in Flußtäler, Ästuare.

Trockenlegung, so müßte eine besonders komplizierte tektonische und paläogeographische Entwicklung vorausgesetzt werden.

1. Vertiefung des Beckens, wie es in den oberen Schichten der U.S.M. zum Ausdruck kommt.
2. Regression des Süßwassersees, ohne daß fluviatile Sedimente an Bedeutung gewinnen.
3. Expositionsgebiet: Reliefbildung und Ausräumung unbekannt.
4. Entstehung einer Depression ohne Seenbildung.
5. Invasion des Meeres.

Läßt sich eine Schichtlücke biostratigraphisch belegen? Die Säugerzähne und Knochen der ältesten Küstenfazies des Andelsbachtals sollen nach Klähn (1923, 1924, 1925) aus der liegenden aquitanen („untermiocänen"!) U.S.M. aufgearbeitet sein. Die allgemeinen biostratonomischen Voraussetzungen von Klähn haben mit Recht keinen Anklang gefunden (Moos[6] 1926, S. 9). Es bleibt nichts anderes übrig als jeden Fundort und jedes Fundstück gesondert auf Aufarbeitung zu prüfen.

Daß im Andelbachtal von einer voraussichtlich geringfügigen Umlagerung der U.S.M. auch Säugerreste betroffen wurden, ist schon deshalb unwahrscheinlich, da dort die U.S.M. nur in ihrer fossilfreien sandig-mergeligen Beckenfazies entwickelt ist. Es wird zugegeben, daß auch Gerölle ortsfremder, zu dieser Zeit im N anstehender Süßwasserkalke beobachtet wurden. Der Transport könnte zugleich mit dem der Zähne und Knochen durch einen Fluß erfolgt sein. Die deltakegelartige Schichtung legt nahe, diese M.M. als mündungsnahe Fazies zu betrachten. Dies wäre der besondere Fall, für welchen auch Klähn (1923 S. 153) die Möglichkeit einer primären Einbettung der Säugerreste zugegeben hat.

Wichtig für die Altersfrage ist ein Vergleich mit den sicher aquitanen Säugerresten der Ulmer Schichten (Schlosser 1904) und den ebenfalls primär gelagerten Funden aus den hangenden Schichten der burdigalen M.M. von Baltringen (Moos 1926).

*Palaeochoerus meissneri* v. M., *Ceratorhinus tagicus* Rom. sind „aquitane" Formen. Sollen sie allein sekundär lagern? *Palaeochoerus aurelianense* Stehl., *Palaeotapirus helveticus* v. M. gehen bis ins hangende Burdigalium (Baltringen) hinauf. Sie brauchen also nicht aufgearbeitet zu sein. Bei den aus aquitanen Molasseschichten unbekannten Arten, wie *Dinotherium cuvieri* Kaup., *Dicrocerus* sp., *Lagomeryx meyeri* Hofm. sp., *Teleoceras brachypus* Lart., *T. aurelianense* Noul. kommt eine Umlagerung schon gar nicht in Betracht.

Die Fauna der untersten marinen Schichten enthält zahlreiche neue Säugerarten, aber auch Formen, welche schon aus dem Aquitan genannt werden, von welchen wiederum zwei noch in den jüngsten Ablagerungen der burdigalen M.M. gefunden wurden.

Faunistisch wurde der Hiatus noch nicht begründet. Es spricht also nichts für, aber einiges gegen sein Vorhandensein. Warum soll man ihn dann noch weiter übernehmen?

Das Meer drang in ein Süßwasserseebecken ein, transgredierte dann darüber hinaus nach NW bei Ulm um etwa 2—4 km, bei Tuttlingen um ungefähr 8 km. Ob es von W oder O kam, kann im Bereich der Schwäbischen Molasse nicht entschieden werden. Nach Alb. Heim (1919, S. 123) wäre auch möglich, daß es sich während des Aquitans auf einen schmalen Arm im Beckeninnern zurückgezogen hat. Dagegen spricht aber die Ochsenhausener Bohrung, das Fehlen eines transgressiven Vorrückens nach den Seiten zu Beginn des Burdigaliums, d. h. dagegen spricht wieder die Beobachtung der Invasion.

**Die Gesamtschichtfolge der Meeresmolasse.**

a) Im Sektor Ochsenhausen—Baltringen—Ulm.

**Ochsenhausen:** (Berz 1915, S. 298; Branco 1895, S. 519 Anmerkung):

Die strandferne Fazies der untersten Schichten setzt sich nach oben noch 168 m fort (1. Abt.); Sedimentzunahme und Eintiefung des Beckens hielten etwa gleichen Schritt. Ähnliche Ausbildung zeigen auch noch weitere 20 m. Nur treten jetzt an der Basis und wieder in $\frac{1}{3}$ Höhe 1,15 m und 0,1 m mächtige Sandsteine mit Muschelschalenfragmenten auf. Diese 2. Abteilung vermittelt zwischen der basalen Beckenfazies und einem darüber liegenden 1,5 (+ ? 3,3) m mächtigen Muschelsandstein (3. Abt.) aus grobkörnigem Glaukonitsand mit *Ostrea*, *Pecten*, Zähnen von Haifischen, Sparoiden, Rochen, Cyprinoiden und Foraminiferenschalen. Eine viel stärkere Strömung hat hier bionomisch verschiedene Faunenkomponenten vom sessilen Benthos der Litoralzone bis zum Necton postmortal zusammengeschwemmt. Dieser Muschelsandstein ist zugleich die jüngste fossilführende, also sicher marine Schicht. Es ist deshalb anzunehmen, daß sie in seichtem Wasser gebildet wurde. Dann tritt erneut eine Faziesänderung im Profil ein. Wir sehen einen feinen tonreichen Sand (etwa 4 m), der in einen ebenfalls feinen, stark mergeligen Sandstein (etwa 7 m) übergeht. Das Medium, in welchem sich diese 11—12 m mächtigen Sande und Sandsteine ablagerten, läßt sich einstweilen nicht bestimmen. Für sie paßt deshalb wohl die neutrale Bezeichnung „Deckschichten". Nicht zweifelhaft ist aber der Charakter des alles bedeckenden „Albstein", eines knolligen Süßwasserkalks, und der darauf folgenden Scheckenmergel. Beides sind lakustre Sedimente.

**Rißtal:**

Jüngere Schichten ziehen sich entlang des Rißtals auf der linken Seite von der Liegendgrenze bei Ingerkingen nach S bis gegen Warthausen (Berz 1905; eigene Aufnahmen). Sie bestehen meist aus gelbbraunen bis blaugrauen, schwach sandigen, feinen Tonmergeln, nach ihrer Fauna „*Corbula*-Schichten", mit Bryozoen und stark zerdrückten Echiniden. Dazwischen sind feine Glaukonitsande gelagert mit vereinzelten Haifischzähnen oder, wie bei Schemmerberg, eine „grobkörnige Bank mit Austern und Zähnen". Der Faziescharakter ist der gleiche, wie in der Abteilung 2 von Ochsenhausen. In feine, mindestens 70 m mächtige Sedimente, welche nicht dem unmittelbaren Strandbereich angehören, ist ausnahmsweise in der tieferen Zone des nördlichen Gebiets eine grobkörnige Bank mit litoralem Einschlag eingeschaltet.

Wie bei Ochsenhausen tritt auch im Rißtal nach oben ein Wechsel in der Fazies ein. Ein grobkörniger Glaukonitsandstein mit Austern und *Pecten* wurde früher auf dem Hessenbühl (zwischen Albersweiler und Röhrwangen) gewonnen. Er entspricht, wie schon Berz (1915, S. 295) annimmt, dem Baltringer Muschelsandstein auf der rechten Seite des Tals. Die Seichtwasserfazies des Baltringer Muschelsandsteins schließt die marinen Schichten nach oben ab. Sie stimmt darin überein mit der 3. Abteilung des Ochsenhausen-Profils, deren Abteilung 1 und 2 dann den *Corbula*-Schichten des Rißtals entsprechen.

Schön sind die Hangendschichten der M.M. zwischen Sulmingen und Mietingen entwickelt. Am instruktivsten wirken die Sandgruben von Äpfingen, Mietingen, Walpertshofen und der Hohlweg von Mietingen nach S gegen den Heggbacher Wald.

Die Äpfinger Grube zeigt über feinen Tonsanden der Beckenfazies mit scharfem Grenzschnitt einen groben Muschelsandstein (0,7 m) mit Austern und *Pecten*, dann Grobsande mit Geröllschmitzen: Kalke, Verrucano, Sandsteine, Quarze, Hornsteine, Kieselkalke, kristalline Schiefer, besonders aber auch rötliche Granite und Porphyre alpinen Ursprungs (Berz 1915, S. 314). Es erscheint wenig wahrscheinlich, daß einige Porphyre und Granite aus dem Schwarzwald stammen, da die Gesteine des Schwäbischen Stufenlands sonst vollständig fehlen, die große Zahl der Geschiebe aber einen Transport von S her andeuten.

Darüber liegen wie bei Ochsenhausen die Deckschichten: ein Wechsel feiner Sande mit festeren und deshalb gesimsartig vorstehenden Tonsanden. Diese hangenden „Gesimssande“ (schon im Liegenden, zwischen Muschelsandstein und Geröllsanden sind wenig mächtige Gesimssande eingeschoben) enthalten nach Berz nur noch in ihren unteren Lagen Glaukonit und Foraminiferen. Sie werden wieder von einem Knollenkalk bedeckt.

Nach NO können diese Schichten bis Mietingen nachgewiesen werden. Sie sind in der Sandgrube des Wachtbühlwesthangs gut erschlossen und auch auf der Ostseite in einem Hohlweg zusammen mit höheren Schichten angeschnitten. Über mächtigen, teils als „Gesimssande“, teils massig ausgebildeten, feinen Sanden liegen dort feine graue Sande und dann der Knollenkalk. Auch in der Grube von Walpertshofen trat nach Probst (1868, S. 180) und Bach ein ähnliches Profil zutage:

| | |
|---|---|
| Diluvialer Kies | 0,6 m |
| Bunter gestreifter Mergel der O.S.M., nicht selten mit Süßwasserschnecken | 3,60 m |
| Knollenkalk mit seltenen, dazu schlecht erhaltenen Heliciden | 2,10 „ |
| Rauher Kalkmergel | |
| Grüngelber, sandiger Mergel | 1,20 m |
| Gesimsartige Sande | 4,30 „ |

**Brenztalgebiet:**

Es wurde abgeleitet, daß die küstennahen Bildungen der ältesten Strandzone von Dürmentingen gegen das Kliff zu infolge der Transgression des Meeres in immer jüngere litorale Sedimente übergehen. Diese Fazies ist also mindestens teilweise gleichalt wie die *Corbula*-Schichten des Rißtals und die Abteilung 1 und 2 von Ochsenhausen. Genauere Anhaltspunkte lieferte das Brenztalgebiet.

Dort wird die M.M. zwischen Heldenfingen, Heuchlingen und Dettingen, 1—4 km von der Klifflinie entfernt, ebenfalls überlagert von den Schichten der O.S.M. Der Kontakt ist zwar schwer zu beobachten und bisher nur einmal beschrieben worden (Berz 1924, S. 41). Demnach liegen bei Heuchlingen entlang des Westrandes des Orts über marinen Grobsanden (mit wellenförmiger Lagerung, Ostreen, Pecten, Balaniden) tonhaltige Sande mit vielen

Sandlettenbänken (Gesimssande!) und verkohlten Pflanzenresten (Lutzeier 1922, S. 155). Darüber folgen grünliche, plattigschiefrige Sandmergel und über diesen grünliche und gelbliche „Letten" mit eingelagerten Kalkknollen. Die letzteren reichern sich an und bilden schließlich geschlossene Kalkbänke. Die Übereinstimmung mit der Profilfolge von Baltringen ist offensichtlich. Eine ganz ähnliche Schichtreihe konnte ich beim Abstieg gegen den „Meusebrunnen" am Nordhang des „Berg" feststellen (Profil Nr. 2).

Die Grenze der sicher marinen Schichten gegen die pflanzenführenden, tonig-mergeligen Deckschichten wird besonders deutlich in den Gruben östlich und westlich Dettingen bloßgelegt (Profil Nr. 1). Sie wird dort scharf markiert durch das Auftreten einer vorwiegend aus kleinen Austern bestehenden Muschelbank. Höher finden sich keine marinen Fossilien mehr. Diese Bank, welche bei Dettingen in zwei über einen Kilometer voneinander entfernten Aufschlüssen gleichartig auftritt, ist nicht eine der üblichen lokalen Schalenagglomerate der Litoralzone. Ihre Entstehung verdankt sie, wie auch der Baltringer Muschelsandstein, einem einmalig wirkenden Vorgang, wobei die Vernichtung der marinen Fauna wie das Zusammenschwemmen die gleiche Ursache (alpine Gerölle — Orogenese) haben mag. Der besondere Charakter der Austernbank geht schon daraus hervor, daß in den bei Dettingen etwa 10 m mächtigen marinen Sanden kein Muschelagglomerat vorkommt, mit Ausnahme in der Basisschicht. Die Austern und Pecten sind sonst nur ganz vereinzelt in die, für eine nur 8 km betragende Entfernung zur Küste, sehr gleichartig entwickelten Sande eingebettet. Auch darin stimmt die Brenztalschichtfolge mit derjenigen von Baltringen überein, daß diese die M.M. abschließende Bank von den Deckschichten und dem alles bedeckenden Knollenkalk, der noch weiter auf die Ostseite des Brenztals in stratigraphisch entsprechender Lage hinüberzieht (s. S. 340), überlagert wird.

Es ergibt sich also folgende Profilgegenüberstellung:

| N | Brenztal | Rißtal | Ochsenhausen | S |
|---|---|---|---|---|
| | Kalke und Mergel der O.S.M. | Mergel und Sande der O.S.M. | Mergel und Sande der O.S.M. | O.S.M. |
| | Knollenkalk | Knollenkalk | Knollenkalk | K. |

| N Brenztal | Rißtal | Ochsenhausen | S |
|---|---|---|---|
| Mergel<br>Sandmergel<br>Feine Sande mit Pflanzenresten<br>etwa 10 m | Mergel<br>Sandmergel<br>Feine Sande<br>10—20 m | Mergeliger Sandstein<br>Toniger Sand<br>10,5 m (+? 6 m) | D. |
| Muschelbank und marine Grobsande<br>0,3 m | Muschelsandstein, Begleitsd. mit alpin. Geröllen. 9 m | Muschelsandstein u. Begleitsande<br>1,5 + ? 3,3 m | M 3 |
| Litorale Fazies<br>5 m | Strandferne Fazies m. gröberen Schichten<br>70 + x m | Strandferne Fazies m. gröberen Schichten<br>Strandferne Fazies | M 2<br>188 m<br>M 1 |
| Weißer Jura | | Untere Süßwassermolasse | |

### b) Im Sektor Überlingen—Hegau—Randen.

Wir werden finden, daß die M.M. der Linie Bodensee—Randen sehr ähnlich dem Ulmer Gebiet entwickelt ist, daß zum mindesten die Faziesfolge ganz denselben Wechsel aufweist. Nur die Grenze gegen die obere Süßwassermolasse scheint unmittelbar zu beiden Seiten des Überlinger Sees davon abweichend zu verlaufen. Die Ursache ist in jüngerer Ausräumung zu suchen. Zum Vergleich der höheren Schichten der M.M. sind deshalb nur die ungestörten Profile nordöstlich des Überlinger Sees heranzuziehen.

**Überlinger See:**

Die strandferne Fazies der Heidenlöcherschichten erlebt eine besondere Betonung in den darauf folgenden „Sandschiefern". Über der Sandschieferzone liegt mit scharfer Grenze eine Seichtwasserfazies (Kiderlen 1928, S. 604 Profil[6]). Neben Austern, Balaniden u. a. Fossilien ist besonders wichtig das Auftreten zahlreicher Geschiebe alpiner Abstammung, welche mit Anlaß geben diese Stufe mit dem Muschelsandstein von Baltringen zu parallelisieren. Die Gleichsetzung wird weiter begründet mit der in beiden Gebieten gleich aus-

[6] Der untere Teil dieses Profils bis zur 0,15 m-Schicht ist auf der rechten Seite des Aachtobels bei Hohenbodman nördlich 521,5 am NW-Hang des „Ammes Hölzle" aufgeschlossen; der obere Teil nordwestl. davon: von Burghöfe Holzabfuhrweg nach N, nach Eintritt in den Wald Wasserriß rechts.

gebildeten hangenden Schichtfolge: Deckschichten—Knollenkalk—O.S.M. Die Geröllstufe wurde von Schmidle (1912, S. 28; 1918 a, 1922) weiter verfolgt z. T. auch in der Fazies eines Muschelsandsteins, als „Bodmansande" beim Restelehof, im Hödinger Tobel und beim Haldenhof.

Deckschichten leiten auch hier aus den liegenden marinen Sanden über feine Sande, glaukonitfreie Sandschiefer in feine Sandmergel, ohne daß es zugleich möglich wäre, diese einzelnen Gesteinstypen scharf gegeneinander abzugrenzen.

Der Kontakt mit der O.S.M. wird wie im Ulmer Gebiet von den auffallenden Knollenkalken gebildet.

**Hegau—Randen:**

Für die weitere Parallelisierung der M.M. wäre es sehr wichtig, wenn sich die im Beckeninnern durch alpine Geröllführung so auszeichnende Flachseefazies, welche zugleich die marine Schichtfolge abschließt, auch im Küstengebiet, wo überhaupt nur Flachwassersedimente zur Ablagerung kamen, ausscheiden ließe.

Die Schichten der Litoralfazies zwischen Bodensee und dem Kliff bei Tuttlingen bestehen entweder aus lockerem Muschelgrand oder mehr oder weniger umkristallisiertem und verfestigtem Grobkalk, der je nach den vorherrschenden, auffallenden Fossilien Citharellen-, Pectensand- oder Turritellenkalk genannt wird. In allen diesen Sedimenttypen treten die ortsfremden Quarzkörner vor den organischen Komponenten zurück. Gerölle alpiner Abstammung hat darin weder Schalch noch Leuze gefunden. Vereinzelte Lager enthalten immer nur Geschiebe, die aus den unmittelbar benachbarten Weißjuraschichten oder aus dem nördlich der Küste gelegenen Einzugsgebiet entnommen sind.

Dieser marine Grobkalk wird nun bei Wiechs a. Randen noch bedeckt von marinen Geröllschichten alpiner Abstammung. Schalch (1916, S. 94, Prof. a) zieht das Geröllager zu der jüngeren Juranagelfluh, da es auch vereinzelte Juragerölle führt. Die Mehrzahl ist jedoch, wie die Geschiebe der Austernagelfluh von Schaffhausen, exotischer, alpiner Abstammung. Die nicht selten eingestreuten Austernschalen (auch Dubletten), Balaniden und angebohrte Juragerölle deuten noch marine Fazies an. Juranagelfluh dagegen führt nur ganz ausnahmsweise, nämlich nur dann, wenn gerade diese marine Geröll-

stufe aufgearbeitet wurde, alpine Gerölle. Glücklicherweise sind in den benachbarten Steinbrüchen auch noch die Hangendschichten und besonders die wichtige Grenze gegen die obermiocäne Juranagelfluh aufgeschlossen.

So zeigte nach Schalch (1922, S. 94) der Altdorfer jetzt nicht mehr durchgehend offenstehende Steinbruch

4. Juranagelfluh
3. Roter, knolliger Süßwasserkalk z. T. mit haselnuß- bis walnußgroßen „konkretionären" Knollen . . . 0,85—1,60 m
2. Feinsandiger, glimmeriger Sandstein, mit einzelnen festen Knollen, stellenweise sporadische Gerölle führend, darunter Granite, Gneise und Quarzite (Schaad 1908, S. 34) . . . . . 1,35 „
1. Mariner muschelreicher Sandkalk

3. dürfte der Knollenkalkstufe entsprechen und 2. der Stufe M 3 (oder D, s. S. 265).

Wir kennen noch andere Profile des Höhenzugs östlich Wiechs, welche die Knollenkalkstufe zwischen M.M. und Juranagelfluh zeigen (Prof. Nr. 5).

Die Geschiebe dieser Austernnagelfluhfazies von Wiechs stammen aus dem S aus den Alpen. Folgerichtig parallelisieren wir ihr Lager mit der marinen Geröllstufe des Seegebiets.

**Zusammenfassende Gegenüberstellung:**

| W — Wiechs a. R. | Ludwigshafen | Überlingen—Hohenbodman —O. | |
|---|---|---|---|
| Juranagelfluh der O.S.M. | | Sande und Mergel d. O.S.M. | O.S.M. |
| Knollenkalkschichten | | Knollenkalk | K. |
| | | Sandmergel und tonige Sande | D. |
| Alpiner Geröllhorizont mit Austern | | Geröllhorizont, Muschelsandstein und Begleitsande | M 3 |
| Litorale Fazies (Grobkalk u. a.) | Sandschiefer | Sandschiefer mit *Corbula* | M 2 |
| | Unt. Muschelsandstein | Heidenlöcherschichten | M 1 |
| Weißer Jura | | Untere Süßwassermolasse. | |

## c) Die Meeresmolasse des Zwischengebiets.

Entlang des Albsüdrandes sind die marinen Schichten schon im Mittelmiocän in einer bis 13 km breiten Zone ausgeräumt worden (Graupensandrinne!). Wir beginnen mit den Schichten, soweit sie südlich dieses Streifens noch erhalten sind. Die Bedeutung der Schicht- und Faziesabkürzungen geht aus der Abbildung Nr. 4 hervor.

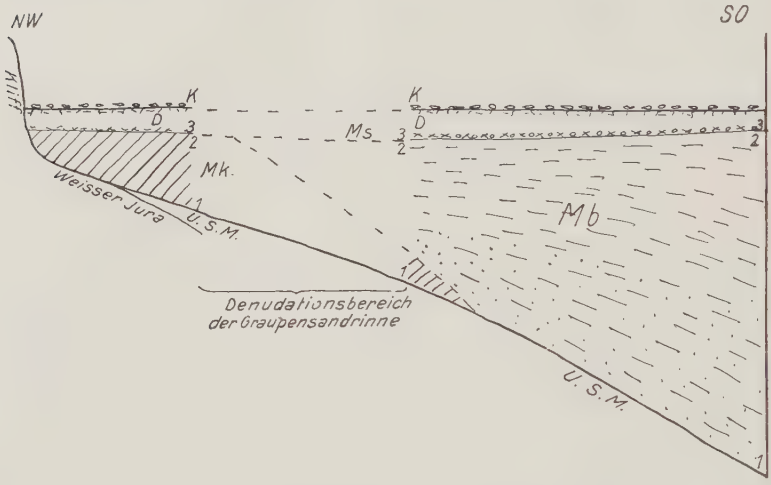



Abb. 4. Schichtfolge der Meeresmolasse, schematisiert.

U.S.M. = Untere Süßwassermolasse, M = Meeresmolasse, D = Deckschichten, K = Knollenkalk oder Aequivalente.

b = küstenferne Beckenfazies, k = küstennahe Seichtwasserfazies, s = Seichtwasserfazies.

Altersbezeichnung durch die Zahlen: 1, 2, **3**.

*a*) M.M. südlich der Graupensandrinne zwischen Riß und Bodensee.

(NW—) Uttenweiler—Federsee (—SO):

M b: Glaukonitsand und feine sandige Tonmergel in der alten Grube westlich Dettenberg, am Ostabhang des „Hölzle" bei Ödenahlen, in einem Brunnen von Seekirch mit *Corbula* (Miller 1876, S. 207).

M 3: Feiner und grober Glaukonitsand mit *Pecten* in der Sandgrube zwischen Seekirch und Tiefenbach.

D: In der letztgenannten Grube liegen darüber noch etwa 3 m glaukonitfreie feine Sande, welche den D-Schichten von Baltringen entsprechen dürften, da über ihnen der Knollenkalk folgt.

K: Nach Hildenbrand vor Tiefenbach am alten Federseekliff.

Schwarzachtal: N — Marbach—Saulgau — S.

U.S.M.: Am „Eineck" nördlich Schwarzach.

M b 1? + 2: Zwischen der U.S.M. des Eineck und den feinen marinen Glaukonitsanden und Sandmergeln (Echinodermenstacheln) von Marbach fehlen die Sedimente einer Küstenfazies. Ist der Ausfall tektonisch bedingt? Die tiefe Lage der M.M. und Knollenkalke bei Mieterkingen ist sicher auf Tektonik zurückzuführen (s. S. 336), ob aber das Schwarzachtal noch davon betroffen wurde, entzieht sich einstweilen der Beurteilung.

Feiner Glaukonitsand, z. T. tonig, mergelig oder zu Sandstein verhärtet, z. B. östlich „Breite", an der Steige Moosheim—Stettberg unten am Keller, neben der Eisenbahnunterführung der Straße Mieterkingen—Saulgau, an der Schießbahn am Fuß der Kaiserhöhe, im Hohlweg Saulgau—Fulgenstadt, in der Grube westlich des Haldenhof, beim B.K. südlich des Stbr. Sießen.

M 3 s: als grober Muschelsandstein beim B.K. westlich Moosheim; als Glaukonitsandstein oben an der Steige Moosheim—Stettberg?; als grober Muschelsandstein und gesimsartig gebankter, grober Glaukonitsand im Stbr. von Sießen; als schräggeschichteter grober Glaukonitsand mit Austern, Pecten und alpinen Geröllen in Schwarzach. Wahrscheinlich entspricht dieser Stufe auch ein Teil der oberen Sande des Hohlwegs Saulgau—Fulgenstadt.

D. u. K.: Knollenkalke beim B.K. westlich Moosheim, an der Straße Moosheim—Nonnenweiler (Steige südlich P. 588,0), beim Hof Bernhausen über feinen Sanden (D!), ebenso beim Ziegelhof, auf den Feldern westlich und südlich Schwarzach, auf den Feldern des Haldenhof.

Krähebachtal: N — Mieterkingen — Fulgenstadt — S.

M b: Als feiner Glaukonitsand zu unterst in der Kiesgrube von Fulgenstadt, bei Kellerausschachtungen südlich Mieterkingen.

M 3 s: Tektonisch unterdrückt? Grobe Glaukonitsandschicht als höchste M.M. der Kiesgrube von Fulgenstadt?

D. u. K.: Südlich der Hammerschmiedmühle von Mieterkingen (siehe S. 336 und Prof. Nr. 6) und im Bahneinschnitt südlich Mieterkingen.

Talzüge der Eichach, des Friedberger Bach, des Färbebach und des Krebsbach.

M 1 k: Eichachtal als grober Sand, Sandstein mit Geröllen, Austern, *Pecten*, Turritellen, *Pectunculus*, Bryozoen, Haifischzähnen u. a. auf bunten Mergeln der U.S.M. nördlich P. 573,6.

Friedberger Tal als grober Marinsand am Eisenberg auf U.S.M.

Krebsbachtal als grober, schräggeschichteter Sandstein der Ursendorfer Bryozoenfazies an der Steige Enzkofen—SSO.

M b: Eichachtal als feinsandige Tonmergel und Glaukonitsande an der Burgbreite und bei Eichen.

Friedberger Tal als grauer sandiger Schiefermergel des „Grund" nördl. Friedberg.

Färbebachtal als feiner Glaukonitsand und Tonmergel östlich der Bachäcker von Völlkofen, am Schinderstock und am Wald östlich der Birkhöfe.

Krebsbachtal als feiner Glaukonitsand beim Keller nordöstlich Ursendorf und über M 1 k der Steige von Enzkofen.

M 3 s: Friedberger Tal als grobe schräggeschichtete Sande mit Austern, *Pecten*, Haifischzähnen u. a. mit gröbstem alpinem Geröllmaterial im Hohlweg Friedberg—Schnaitholz. Die Stufe zieht sich weiter gegen Bachhaupten hin.

Tal der Ostrach:

M 1 k: Linke Talseite.

Als grober Glaukonitsand über bunten Tonmergeln und feinen Sanden der U.S.M. bei der Landesgrenze am Waldrand südlich P. 584,1, am Rain östlich 611,9 mit *Pecten*- und Austerntrümmern, Bryozoenknollen; als grober Sand und Sandstein im alten Stbr. von Rosna (Burgstock) mit *Pecten* und Austernschalen. Dieser grobe Muschelsand zieht das Tal entlang bis Habstal (kleiner Hügel nördlich „km 4"; *Corbula* häufig!).

Rechte Talseite.

Als grober schräggeschichteter „Bryozoensand" in den Stbr. des Burren westlich Ursendorf (Austern, *Pecten*, Balaniden, Bryozoen, Haifischzähne, Pholaden u. a,).

M 1b: An der Basis der M.M. auf U.S.M. in Magenbuch.

M b: Linke Talseite.

Als feiner Glaukonitsand am Südhang des „Weinberg" und im Ort Levertsweiler, bei Bernweiler Sandgrube, bei Magenbuch, östlich des Stbr. Wangen.

Rechte Talseite.

Als feiner Glaukonitsand im Weganschnitt zwischen Ursendorf und Burren, im Liegenden des Diluviums in der Kiesgrube nördlich Einhart, am Keller in der Seitenmulde nördlich Einhart und an der Steige Einhart—Reppertsweiler.

M 2 b: Über M 1 k im Hohlweg von Habstal nach Norden als massiger feiner Glaukonitsand.

M 3 s: ?

K: Nach Teike (1921 S. 18) auf den Höhen westlich Ostrach, westlich Wangen und bei Bernweiler.

Andelsbachtal.

M 1 k: Auf U.S.M. Cerithienschichten, Muschelsandsteine und Konglomerate aus angebohrten Kalken der U.S.M. mit Schrägschichtung von Hausen; grobe und schräggeschichtete Sande und Muschelsandsteine von Zell und dem Stbr. östlich Pfullendorf (Junghof, Riedhof u. a.). Die Parallelisierung der letztgenannten Vorkommen mit dem Baltringer Muschelsandstein durch Berz (1915 S. 302) dürfte nicht richtig sein, da wir uns an der Basis der M.M. befinden = unterer Teil der „Grobsande" nach Teike (1923 S. 422).

M b: Als feiner Glaukonitsand auf der linken Talseite östlich Pfullendorf (östlich „Mistbären") und im Keller der „Totenbreite" unter M 3 s = oberer Teil der „Grobsande" nach Teike (S. 422).

M 3 s: Derber Glaukonitsand mit groben alpinen Geröllagen, zahlreichen Austern, Pholadenbohrungen und Haifischzähnen über dem Keller südlich Brunnhausen = unterste Lage der „Feinsande“ [7] nach Teike (S. 422).

D: Sande und Sandsteine an den Rainen über dem eben genannten Keller = mittlere Lage der „Feinsande“ [7] nach Teike.

K: Auf den Feldern des „Häldele“, nördlich Mettenbuch = obere Lage der „Feinsande“ nach Teike. Knollenkalke kommen auch in jüngeren Geröllschichten alpiner Abstammung nördlich Gaisweiler vor. Es wurde noch nicht untersucht, zu welchem Typus die auf den Feldern zerstreut liegenden Knollenkalke bei Wattenreute und Tautenbronn gehören.

Kehlbachtal bis Ablachtal:

M 1 k: Als grober, schräggeschichteter Sand mit Schalentrümmern (Ursendorfer Fazies) des Stbr. Walder Berg südlich Bittelschies; als grober Glaukonitsand mit von Pholaden durchbohrten Geröllen, Austern, Balaniden u. a. im Stbr. von Rengetsweiler; Stbr. von Otterswang; alter Stbr. von Rast?; ehemalige Sandgrube von Rot??

M b: Als graublauer feiner Sandmergel in der Ziegelgrube von Pfullendorf mit reicher *Corbula*-Fauna und *Halitherium*-Rippen (nach Teike 1921, S. 15 U.S.M.); als feiner Glaukonitsand „Im Galgenteich“ und bei Tautenbronn; östlich der Kirche in Sentenhart als feiner Glaukonitsand mit Kalkkonkretionen.

Zwischen der Bahnlinie Schwackenreute—Ruhestetten und dem Bodensee. Da nur kurze Übersichtsbegehungen durchgeführt wurden, so kann eine genauere Untersuchung die Einordnung der Vorkommen im einzelnen etwas verschieben.

M 1 k: Stbr. westlich Mindersdorf. Die Stellung dieses schräggeschichteten Grobsandzuges, welcher nach SW noch über das Stockacher Achtal hinausführt, ist nicht in allen Teilen klar gelegt. Die Fazies scheint nicht überall die Basis der M.M. zu bilden (z. B. an den „Heidenlöchern“ von Zizenhausen, Gutmann 1911, S. 481). Gehört sie z. T. zu M 3? Unterer Muschelsandstein nach Knupfer (1912). Muschelsandstein des Kirnberg bei Steißlingen, von Wiechs, vom Friedinger Schloßberg (z. T.).

M b 1—2: Heidenlöcherschichten und Sandschieferzone.

M 3 s: siehe S. 263 ff.

D. u. K.: Von Hohenbodman zieht K über den Böhlershof (s. S. 263 und 339) in 560 m auf der Nordseite des Owinger Tals bis nach Owingen: Waldgebiet des Breitdobel bei 560 m NN, unmittelbar oberhalb Haggenhaus bei 598, an der alten Straße nach Hedertsweiler südwestlich P. 610,5 bei 608 m.

---

[7] Mit den „Feinsanden“ des Bodenseegebiets haben diese Sande nichts zu tun (opp. Teike 1923, S. 419) vgl. S. 263. 333.

β) Die M.M. nördlich der Graupensandrinne zwischen Lauchert und Wutach. Ihre Ausbildung wurde erst von Leuze 1922 eingehend besprochen, so daß Einzelheiten hier nicht berührt werden brauchen.

M 1?—2 k: umfaßt nördlich der Donau die Citharellenschichten von Harthausen—Winterlingen, die Austernkalke des „Hüttenbrunnen" südlich bad. Schwenningen, die marinen Küstenbildungen des „Eichen" nördl. Tuttlingen, von Bachzimmern, der Länge südlich der Donau und des Lindenbühl, Buchberg bei Blumberg. Die Austernagglomerate und Sandkalke des Witthoh, die Sandkalke von Schopfloch, Zimmerholz, Thengen, Wiechs, des Randen und der rechten Aitrachtalseite (Zollhaus—Riedöschingen, Hintschingen).

M 3 s oder D: Grobe marine Geröllager (0,10 m) alpiner Abstammung über der Sandkalkfazies (über 2 m) des Schopflocher Stbr., bunte marine Nagelfluh des Neubrunner Hof (Leuze 1922, S. 324); spärliche Gerölle im Hangenden der Thengener Sandkalke des Stbr. westlich P. 606,4; die alpinen Geröllschichten einiger Stbr. östlich Wiechs a. R. (s. S. 246).

K: Knollenkalkschichten bei Wiechs, ein Teil des „roten Übergangshorizonts" nach Leuze (s. S. 247). Gelber Mergelkalk des Schopfloch-Stbr. (über 0,50 m).

### Die älteste Strandlinie der Meeresmolasse.

Eine erste Küstenlinie wurde durch die anschließende marine Transgression und Abrasion wieder verwischt. Sie verlief sicher nördlich des M 1 b-Bereichs im Gebiet von M 1 k. Beide Faziesausbildungen gehen ohne scharfe Grenze ineinander über. Es ist wenig wahrscheinlich, daß das Meer zu Anfang die gleiche Ausdehnung hatte wie die aquitane U.S.M. Eine Aufarbeitung der U.S.M. fand im Randgebiet statt. Dabei wurden, wie die Gerölle des Andelsbachtals zeigen, weiter im N gelegene, vollständig verfestigte Sedimente angegriffen. Wir erinnern uns auch an die Basisgerölle und Pholadenbohrungen im harten Süßwasserkalk der Ulmer Umgebung. Streng genommen sind die Ulmer Schichten also kaum die allerjüngsten, den obersten Lagen der tonigen Beckenfazies voll entsprechenden Sedimente der U.S.M. Der Senkungsvorgang, welcher dem Meer das Eindringen erst gestattete, hat auch das Sedimentationsgebiet des Beckens verändert. Ein liegender Muschelsandstein und basale Nagelfluh im Rorschach—St. Gallener Gebiet zeigt beckenwärts gerichtetes Zurückweichen des Sedimentationsbereichs zusammen mit einer Hebung im alpinen Orogen an. Ein ähnlicher Vorgang scheint auch den Nordrand der Invasion bestimmt zu haben. Die Eintiefung wäre auf Kosten der Randgebiete vor sich gegangen.

Der Verlauf der ersten Küste ist nur angenähert bestimmt durch die Grenze M 1 b gegen M 1 k. Diese ist, wo Einblicke möglich sind, unregelmäßig eingebuchtet. Ihr Durchgang zwischen Dürmentingen und Uttenweiler wurde besprochen (s. S. 236). Die Fortsetzung nach SW quert möglicherweise wenig nördlich Marbach das Schwarzachtal und sicher zwischen Habstal und Magenbuch das Ostrachtal. Westlich anschließend springt die Grenze dagegen, wie im Zusammenhang mit den Deltabildungen des Andelsbachtals zu erwarten ist, gegen das Beckeninnere zu vor (Junghof, Riedhof). Im Seegebiet hat Knupfer (1912, S. 37) ihren weiteren Verlauf schon beschrieben. Mannigfaltig zerlappt zieht sie etwa über Billafingen, Nesselwang. Im Bereich der Bodanhalbinsel dürfte das Stahringer Quertal mit ihr zusammenfallen.

### Die Klifflinie.

Aus der Gegend von Ulm ist bekannt, daß eine bis zu 80 m hohe Geländestufe das Verbreitungsgebiet der M.M. nach N begrenzt. Diese ist, wie Lutzeier (1922) gezeigt hat, nichts anderes als die alte marine Felsküste. Ihren Verlauf hat Moos (1924) von Brünsee (nördlich Donauwörth) über Dischingen–Staufen bis zum Brenztal und Lutzeier (1922) weiter über Heldenfingen—Altheim—Westerstetten nach Themmenhausen verfolgt. Die Fortsetzung der „Klifflinie" oder Felsküste nach SW ist ungleich schwerer festzulegen, sind doch aus dem ganzen Gebiet nördlich der Donau von Themmenhausen bis Harthausen nördlich Sigmaringen marine Sedimente so gut wie unbekannt geblieben.

Als westlichster Vorposten der Ulmer M.M. lag in einer Kluft des oberen Weißen Jura, ¾ km westlich des Blattrandes Blaubeuren (1 : 25 000, Stbr. südlich „K" von „Km 10"), glaukonitführender Sand. Von nicht geringer Bedeutung sind deshalb zwei ganz isoliert aufgefundene Meereszeugen der Riedlinger Alb: Ein von Pholaden angebohrtes Massenkalkstück vom Alenberg zwischen Hayingen und Indelhausen (coll. et det. v. Schwarz, Wildbad) und ein von Pholaden angebohrtes Weißjurageröll, welches Hildenbrand in der Juranagelfluh von Emerfeld gesammelt hat (Beleg i. Tübingen). Das Geschiebe lag also in jüngeren fluviatilen Bildungen aus der M.M. aufgearbeitet, welche einst bei Emerfeld oder nordwestlich davon anstand.

Die von Leuze 1922, S. 350, Schad 1913, S. 26, Berz 1915, S. 286, Dietrich 1915, Moos 1924, S. 192 diskutierten Helicidenschichten vom Alenberg sind ebenso wie die typischen Vorkommen auf der südwestlichen Alb vergesellschaftet mit Juranagelfluhgeröllen (ohne Pholaden) und daher an die Basis der O.S.M. zu stellen entsprechend den Flammenmergeln des Emerberg/Landgericht (vgl. Wenz 1924).

Die Haifischzähne aus den „lagerhaften Bohnerzen" von Jungnau und Hochberg bei Jungnau (Quenstedt 1877, S. 40) können auch jünger, helvetischen Alters sein (s. S. 327). Eine Kritik der „Pholaden" von Bitz und der marinen Wirbeltierreste aus den Bohnerzspalten von Salmendingen und Melchingen (Koken 1900, S. 147; Schlosser 1902, S. 115) erfolgt weiter unten (s. S. 256).

Die marinen Citharellenschichten von Harthausen a. d. Sch. und Winterlingen wurden früh entdeckt (O. Fraas 1852). Sie keilen am Nordwestausgang von Harthausen gegen den Weißjurarücken des Banholz etwa von 765 bis 785 m NN, 140 m südwestlich davon, am Waldeck auf der linken Seite des Rübenlochs bei etwa 762 m NN und am Südostfuß des „Bol Stock" bei etwa 760 m NN (Leuze 1922, S. 341) aus. Ferner liegt südwestlich Winterlingen die M.M. dem Jurarücken des Bühls bei den Weidenhöfen in 760 m NN vor (Leuze 1922, S. 339). Die Felsküste ist hier also noch erhalten in den Jurarücken Banholz—Greut—Bühl. Ihre Höhe beträgt heute am Bühl und Greut 40—45 m.

Wie war damit die 60 m hohe Klifflinie von Themmenhausen auf der Ulmer Alb verbunden? Fehlen marine Sedimente, so kann weitere Anhaltspunkte die Reliefgestaltung des Zwischengebiets geben.

Das Talsystem der Donau mit den linken Nebenflüssen der Blau, Schmiech, Großen Lauter, Lauchert und ihren miocänen wie pliocänen Vorgängern haben die ehemals hier wie auf der Ulmer Alb vorhandene, „ebene" marine Liegendfläche weitgehend zerstört. Nur die felsige Steilküste kann hier und da als andersartiges morphologisches Element erkannt werden. Fremd und andersartiger vor allem deshalb, weil eine NO gerichtete Geländestufe nicht entstehen und gedeutet werden kann mit einer SO verlaufenden fluviatilen Ausräumung.

Die Geländestufe ist, wie eine einfache Konstruktion schon zeigt, auch zwischen Ulm und Sigmaringen vorhanden. Man verbindet die benachbarten vorspringenden Punkte der Isohypsen einer Höhenlinienkarte miteinander durch Anlegen gemeinsamer Tangenten und wiederholt dies so lange, bis alle einspringenden Winkel hinreichend verschwunden sind. Die sich ergebenden Höhenlinien höherer Ordnung stellen ein Relief dar, welches sich von dem natürlichen vor allem dadurch unterscheidet, daß alle linear gerichteten Eintiefungen auf das Niveau der Umgebung je nach der Konstruktionsführung mehr oder weniger vollständig aufgefüllt erscheinen. Geradlinige Geländestufen aber wie die Klifflinie oder morphologisch ausgeprägte Störungen kommen verstärkt zum Ausdruck.

G. Wagner (1929, S. 10, 25) hat ähnliche Karten, die jedoch nur die Oberfläche des Jura ohne tertiäre Bedeckung zeigen, entworfen.

Betrachtet man auf der beiliegenden Karte (Taf. XX) das Verhalten der Kurven zum bekannten Kliff östlich Themmenhausen, so sieht man die Linien von NNO herankommen, einige Zeit dem Kliff entlang ziehen in Richtung NO—SW, um dann wieder nach NNO—SSW abzubiegen. Die Kurvenführung läßt sich leicht erklären aus dem Einfluß der Kliffgeländestufe und der nach der miocänen Phase erfolgten Schiefstellung und Verbiegung der Alb im Sinne einer relativen Hebung im WNW. Westlich Themmenhausen verlaufen die Linien nun genau in der gleichen Weise. Dabei ist bemerkenswert, daß die SW gerichtete Strecke einer jeden Höhenlinie sich jeweils in der Fortsetzung der gleichgerichteten Strecke der benachbarten Linie befindet oder mehr oder weniger parallel zu ihr verläuft. Der SW gerichtete Abschnitt einer jeden dieser Kurven ist der Anteil der ehemaligen Klifflinie. Zeigt nur eine der 25-m-Höhenlinien den Verlauf an, so ist die Höhe der Felsküste heute dort noch 1—49 m, bei zwei nebeneinanderherlaufenden Kurven 26—74 m usf. Der Verlauf der Küste gibt sich so, natürlich unter Nachprüfung im Gelände, auch zwischen Ulm und Sigmaringen gut zu erkennen.

Die Klifflinie zieht demnach von Themmenhausen nach SW weiter als „Steinberg", „Hagenbuch", „Büchle", „Steinwoll" zum „Schorren" südöstlich Suppingen. Von hier, der Höhe des ehemaligen Meeresufers, welches die steile Steige der Poststraße Blaubeuren—Urach nur mühsam überwindet, genießt man einen eindrucksvollen Blick: nach NO entlang den Bergkulissen der Klifflinie, nach S auf das Musterbeispiel einer wieder herausmodellierten Altfläche.

Das Tiefen- und Schmiechtal unterbrechen die einheitliche Linie und zerlegen sie in einzelne, nur im Zusammenhang deutbare Rücken.

„Zwirn" (südöstlich Sontheim), „Behwinde", „Hasenburren" (nördlich Ingstetten), „Regenburren", „Bühl" (nördlich Gundershofen), „Greut" (westlich Mehrstetten), „Herrenwald" (südsüdwestlich Bahnhof Mehrstetten) sind die letzten Reste der einst zusammenhängenden Steilküste.

Auf der rechten Seite des Großen Lautertals zieht das Meeresufer fast ununterbrochen, wie zwischen Heldenfingen und Themmenhausen, als „Buchhausen" nach Ehestetten und weiter als „Rübgarten", „Hausberg", „Burghalde" zum „Großen Kapf" westlich Pfronstetten. Ganz deutlich kommt hier wieder der Gegensatz zwischen der südlich der Küste gelegenen Verebnung und einer nördlich anschließenden, reich gegliederten Landschaft zum Ausdruck.

Weniger klar ist der Verlauf auf Blatt Mägerkingen. Der Küstenzug von Winterlingen—Harthausen setzt sich in den

„Birkenwald“ fort. Zieht man die Verbindung zum Großen Kapf, so wird diese Gerade ungefähr der Strandlinie entsprechen. Der „Blaisen“, „Linsenberg“ und der „Käppelberg“ bei Wilsingen wären die gewonnenen Fixpunkte.

Auf der rechten Schmeientalseite bilden die Fortsetzung der Küste die „Stettener Höhe“, „Höhe“, „Oberes Öschle“, „Wachtbühl“ und der „Kapf“ südwestlich Schwenningen.

Die Trennung der Klifflinie von jüngeren Talformen ist auf Blatt Nendingen erschwert, dadurch, daß dort die pliocäne Donau die Felsküste gequert und dabei umgeformt hat. Die Höhe nördlich Kolbingen mit dem Reservoir könnte dem Ufer entsprechen.

Im SW von Tuttlingen ist der Verlauf der Küste wieder sehr leicht festzustellen. Die M.M. lagert ihr noch unmittelbar an. Zur Klifflinie gehören „Klein Reutelen“, „Koppenhau“, „Bärebesetze“, „Rosenberg“, „Heiliger Hau“ (nördlich Immendingen), „Rübenberg“, „Hornenberg“ (nördlich Hintschingen), „Länge“, „Stober“, „Buchberg“ im Aitrachtal (vgl. Deecke 1917, S. 465).

Die Fortsetzung ist dem Wutachtal zum Opfer gefallen. Auf der linken Seite des Rheintals fand Schalch (1922, S. 82) bei der Küssaburg marine Sedimente einer „küstennahen Brandungszone“. Wenig westlich ist also die Küste selbst anzunehmen, um so mehr, als sich dieser Punkt in der Fortsetzung der Klifflinie des oberen Donau- und Aitrachtals befindet.

Im Widerspruch mit der Darstellung, daß die äußerste Küstenlinie auf der Sigmaringer Alb bei Harthausen—Winterlingen verlief, steht eine Mitteilung von Koken (1900 S. 147), nach der auch noch 17 km weiter im Norden marine Fossilien in Spaltenfüllungen gefunden wurden. In der Sammlung Koken (Tübingen) befindet sich ein abgerolltes Stück eines Myliobatidenzahns und vier Trümmer von *Oxyrhina*- und *Odontaspis*-Zähnen „aus der Bohnerzwäsche von Salmendingen“. Die Bruchflächen sind ganz frisch, offenbar erst beim Aufsammeln oder Reinigen entstanden. Nach Erhaltungszustand und Farbe (Schmelz grau, Dentin dunkelbraun) stimmen sie mit solchen der Molasse vollständig überein, nicht aber mit den Haifischzähnen, welche in den bohnerzführenden Schichten von Heudorf bei Meßkirch, Jungnau und Hochberg (Schmelz lichtgelb und gelbbraun, Dentin heller) gefunden wurden. Das den „Salmendinger Funden“ noch anhaftende Gestein war ein feiner grauer Sand aus eckigen Quarzkörnern, aber kein Bohnerzton. Koken hat die Zähne auch nicht selbst gesammelt, sondern, wie auf der Etikette vermerkt ist, mit der Sammlung eines Herrn Stecke gekauft. Mit den Haifischzähnen sind durch Stecke noch drei abgerollte Rhinoceroszahnstücke mit schwarzem Schmelz von „Melchingen“ nach Tübingen gekommen. Diesen haften noch größere Partien marinen Muschelsandsteins (Typus Andelsbach-

tal) an. Eine Fundortsverwechslung ist offensichtlich; sie erscheint schon Schlosser für die Sirenidenreste von „Melchingen" nicht ausgeschlossen (1902, S. 115).

Der marine Charakter der Quarzsande von Bitz, Münsingen u. a. O. ist keineswegs bewiesen. Weiger (1908) deutet sie als äolisch verfrachtete marine Küstensande; man würde wohl besser sagen äolisch verfrachtete Molassesande. Für die „angebohrten" Gerölle von Bitz sind keine Belege vorhanden. Es erscheint mir besser, alle diese Angaben und Funde zweifelhafter Herkunft so lange außer acht zu lassen, bis sie neu und einwandfrei bestätigt werden, besonders da es noch nie gelungen ist, anstehendes Marin nördlich der Klifflinie festzustellen.

**Tektonik und Klifflinie:**

„Die auf größere Entfernung gleichartige Felsstufe" und die Tatsache, daß das Meer nicht längs von Talmulden eingedrungen ist, beweisen nach Berz (1924, S. 109) „unzweideutig, daß die Küstenlinie als Bruchstufe aufzufassen ist". Auffallend ist vor allem der fast geradlinige Verlauf und die bis 100 m betragende Höhe der Küste. Eine Entscheidung aber, ob eine durch Bruchtektonik gestörte Lagerung des Weißen Jura zugrunde liegt oder nicht, setzt zum mindesten eine Spezialkartierung voraus. Diese ist bis jetzt nur für den Abschnitt von Tuttlingen nach SW bis zum Rhein veröffentlicht (Schalch 1908, 1912, 1916, 1922). Das Ergebnis ist eindeutig. Sämtliche Bruchtektonik verläuft quer zur Küstenlinie und durch sie hindurch. Dasselbe gilt auch für die darüber hinaus bekannt gewordene Bruchtektonik der Schwäbischen Alb (Deecke 1918, S. 115; 1926, S. 24, 27; Hennig 1926; Kiderlen 1928). Die Argumente, welche Berz anführt, lassen sich im oberen Donautal entkräften und andere zwingende Gründe fehlen. Ja, für einen Teil der Küste ist bereits der Gegenbeweis geliefert. In ihrer Gesamterstreckung kann die Klifflinie nicht auf eine Bruchstufe zurückgeführt werden.

Daß auf kurze Entfernung Verwerfungen die Richtung beeinflussen, dafür ein Beispiel.

Die Grenze Weißer Jura gegen die aquitanen *Subrugulosa*-Schichten befindet sich auf einer O—W gerichteten Profillinie auf der linken Seite des Blautals

| | |
|---|---|
| an der Straße Herrlingen—Wippingen bei . . . . . | 560 m NN |
| in der Klinge nördlich „G" von Giesgraben bei . . . | 558 „ „ |
| am Fahrweg von 505,9 zu „Bulläcker" bei . . . . . | 565 „ „ |

Unmittelbar westlich davon steigt der Jura ohne tertiäre Überdeckung bis 620 m, im Ort Wippingen bis 640 m empor. Die hier beobachtete mindestens 60 m hohe „Blautal"-Störung (Streichen N 23 O) hat das Blautal westlich Arnegg in ihre Richtung gezwungen und den scharfen Knick des Lautertals südwestlich Weidach verursacht. Die Störung kommt weiter zum Ausdruck in der Höhenlage des Jurauntergrundes auf der rechten und linken Lautertalseite zwischen Hinteres Feld und Sallersteige, zwischen Weidach und Hartäcker. Diese Stufe setzt sich morphologisch nach Nordosten fort im Katharinenholz, im Hetzfeld und Katzenberg südlich Tomerdingen. In dem stark in Richtung der Störung zerklüfteten und gestörten W. J. des Steinbruchs am Katzenberg konnte in einem Schlot eine reiche aquitane, primär gelagerte (opp. Seemann 1930) Wirbeltierfauna entdeckt werden. In der Fortsetzung der Störung, von Tomerdingen nach Norden, springt auch die Klifflinie aus N 75 O plötzlich bei Westerstetten in die Richtung der Verwerfung (N 23 O) um. Mit großer Wahrscheinlichkeit ist hier also der Verlauf der Felsküste durch eine Bruchstufe beeinflußt. Wie es nur natürlich war, drang das Meer auf dem östlichen abgesunkenen Flügel weiter nach Norden in die „Altheimer Bucht" vor, als auf dem höheren westlichen. Das morphologische Ausklingen der vermuteten Störung zwischen Tomerdingen und der Klifflinie könnte durch die marine Abrasion einfach erklärt werden (Höhe der Verwerfung = Maßstab für die Abrasionswirkung).

**Transgression und Flußmündungen:**

Die Entfernung der Klifflinie von der Grenze M 1 b gegen M 1 k, ein ungefährer Maßstab für die Transgressionsweite, beträgt bei

| | |
|---|---|
| Zwiefalten (Uttenweiler—Ehestetten) . . . . | 22—23 km |
| Sigmaringen (Magenbuch—Stetten a. k. M.) . | 25—26 „ |
| Tuttlingen (Bodensee—Wurmlingen) . . . . . | 29—30 „ |

Über Mündungsgebiete von Albflüssen ist bisher wenig bekannt geworden, so wichtig ihre Kenntnis für die Morphologie der Hochalb wäre. „ε"-Massenkalkgerölle in der marinen Strandfazies eines Küstengebiets, das nur aus W.J. ζ aufgebaut ist, verraten nach Moos (1924, S. 196) das Mündungsgebiet eines Flusses bei Dischingen. Sie könnten auch durch Transport entlang der Klifflinie an Ort und Stelle gekommen sein. Östlich Heldenfingen stellt Lutzeier (1922, S. 130) an Hand angebohrter (Pholaden) Juranagelfluhschotter eine Flußmündung fest (..Urbrenz: Ugental??). Differenzierungen innerhalb der Fauna veranlassen Leuze (1922), auch an der Küste bei Winterlingen eine Einmündungsstelle süßer Gewässer zu sehen. Eine sichere Gewähr für die Nähe einer Flußmündung[8] bieten besonders die Muschelkalk- und Doggergerölle

[8] Trotzdem auch hier kein Einspringen der Klifflinie stattfindet, vgl. Klüpfel 1929, S. 67!

in den marinen Küstenkonglomeraten des Aitrachtals (Leuze 1922, S. 297). Auf die deltaartige Schüttung des Andelsbachtals wurde schon hingewiesen. Auch die Thanatocönose von Ermingen macht die Einmündung süßer Gewässer wahrscheinlich.

### Der Ausgang der Meeresmolasse.

Wurde früher ein Rückzug des Meeres gegen das Beckeninnere zu angenommen, so tritt jetzt besonders Moos (1924, S. 202; 1926, S. 10) dafür ein, „daß als letzte Phase des Molassemeeres im Untersuchungsgebiet eine schmale Meeresrinne bestand, die ihr Nordufer an der Linie Themmenhausen—Dischingen, ihr Südufer in der Baltringer Gegend hatte". Gestützt wird diese Auffassung durch die alpine Herkunft der groben Gerölle im M 3 s von Äpfingen—Baltringen. Der Baltringer Muschelsandstein und seine Begleitsande wären Deltabildungen eines von den Alpen her kommenden Flusses.

**M 3s:** Nach dem heutigen Stand der Untersuchung der M 3-, D- und K-Stufe erscheint der Ausgang der M.M. wesentlich verwickelter zu sein. Wenigstens für das schwäbische Gebiet steht fest, daß das Ende nicht mit einer Zuschüttung des Beckens mit alpinen Abtragungsprodukten erklärt werden darf. Die Mächtigkeit der Stufe M 3 ist zu gering, um ihre Sedimentation für das Verschwinden des Meeres verantwortlich machen zu können. Der Wechsel der Beckenfazies (M 1 b—M 2 b) nach oben in eine Seichtwasserfazies (M 3 s) ist vielmehr der Ausdruck einer umfassenden Hebung dieses Teils des Molassebeckens, wodurch zugleich die Regression des Meeres vorbereitet wird. In ihrer typischen Ausbildung als Baltringer Muschelsandstein wurde M 3 s schon immer als Seichtwasserbildung angesprochen. Dies belegen, es sei kurz noch einmal zusammengestellt, die eingelagerten Landsäugetiere, Austern, Balaniden, Pholaden u. a., die bis faustgroßen Geschiebe und die ausgeprägte Schrägschichtung. Die Nordküste der M 3 s-Stufe fällt, wie die Schichtfolge des Brenztalmarins zeigt, noch zusammen mit der Klifflinie. Auch das Fehlen jurassischer Gerölle (Massenkalk, um von undeutbaren Resten abzusehen) macht die Entstehung der Baltringer Fazies an einer Nordküste sehr wenig wahrscheinlich. So scheint mit Moos nur übrig zu bleiben, die Südküste des Molassebeckens in dieser Zeit nach N bis in die Baltringer Gegend versetzt zu denken. Man hat dadurch eine

plausible Erklärung der alpinen Gerölle gewonnen. Die marine Fazies muß dann nach S in eine fluviatile oder terrestre übergehen. Wie weit sich dies nach Moos schon wenig südlich Baltringen—Äpfingen vollzieht, kann nicht festgestellt werden, da ja dort die M.M. tief unter den Schichten der O.S.M. begraben liegt. Ein Anhaltspunkt gibt erst die schon mehrmals erwähnte, etwa 12 km südöstlich Äpfingen durchgeführte Tiefbohrung von Ochsenhausen. M 3 s ist dort weder mächtiger (1,42 oder höchstens 4,6 m) noch gröber als bei Äpfingen, geschweige denn fluviatil entwickelt. M 3 s könnte bei Ochsenhausen auch eine Seichtwasserfazies der nach N vorrückenden Küste darstellen, also älter sein als der Muschelsandstein von Baltringen, und es wäre natürlich ein ganz besonderer, hier nicht in Betracht zu ziehender Glücksfall, wenn die Bohrung die Ablagerung des Flusses, welcher die Äpfinger Geschiebe gebracht haben könnte, getroffen hätte. Aber dann müßte das Ochsenhausener Gebiet trocken gelegen haben, wenn irgendwo, rechts oder links daran vorbei, ein Fluß nach N geführt hätte. Die Übereinstimmung in der Hangendschichtfolge von M 3 s ist bei Ochsenhausen und Baltringen/Äpfingen aber eine derartig weitgehende, daß ein wesentlicher Unterschied in der Bildungsgeschichte beider Profilfolgen nicht angenommen werden kann.

Ist es überhaupt nötig, im Zusammenhang mit der Baltringer Faziesausbildung von einer Küste zu reden? Die geröllführenden Schichten vom M 3 sind in der ganzen zugänglichen M.M. Schwabens immer marin. Gebiete starker Geröllführung (Mietingen, Äpfingen, Friedberg, Pfullendorf, Hohenbodman) wechseln ab mit Gegenden, in welchen M 3 nur als Muschelsandstein mit ganz vereinzelten Geschieben (Ochsenhausen, Moosheim, Schwarzach, Sießen, Brenztal) oder als ein von der Beckenfazies nicht wesentlich verschiedener Glaukonitsand (Federsee, Saulgau) ausgebildet ist. Es erscheint deshalb richtiger, in der M 3-Stufe eine ungefähr gleichzeitige, rein durch eine positive Krustenbewegung bedingte Seichtwasserfazies zu sehen, in welcher auf bevorzugten, wechselnden Linien im Arbeitsgebiet alpines Geröllmaterial bis in die Nähe des Nordrandes des Beckens gelangten, dazwischen aber flache Depressionen der marinen Fauna einen allerdings nur kümmerlichen Lebensraum boten. Das Vordringen alpiner Schotter bis in den Bereich der subjurassischen Molasse

legt nahe, gerade dort besondere Tiefengebiete, noch etwas mehr in O—W-Richtung zusammenhängende Teilbecken anzunehmen. In dieser Zone haben besonders O—W oder umgekehrt gerichtete Längsströmungen die Schotter weiter verschleppt, so daß die heutigen Geröllager nicht unmittelbar aus dem SO, sondern durch Meeresströmungen auf Um- und Nebenwegen an Ort und Stelle gelangt sind. Wir bewegen uns keineswegs auf dem Gebiet reiner Hypothesen. Die Lage und Schichtung der Gerölle erlaubt im einzelnen Fall sehr wohl die Strömungsrichtung, unter welcher die Ablagerung erfolgte, zu erkennen. So zeigen die Geröllsande der Stufe M 3 s ein Fallen der Strömungsschichtung

bei Hohenbodman nördliches Profil S 45 W 20°,
südliches „ S 20 O 56°,
bei Friedberg S 40 W, S 15 O, S 10 W, S 35 O, S 30 W,
bei Äpfingen S 40/45 W, N 20 O, N 75 W,
bei Mietingen S 20 W, also nur in einem Falle eine Strömungsrichtung unmittelbar von den Alpen her! Sicher dauerte es geraume Zeit, bis die alpinen Gerölle über diese weite Fläche, bei geringer Mächtigkeit, nach NW vorgewandert sind. Die oft haarscharfe Liegendgrenze gegen feinkörnige Sedimente deutet eine längere Sedimentationsunterbrechung bei verstärkter Strömungsgeschwindigkeit an, solange die gröbere alpine Ausstrahlung nach NW noch nicht vorgedrungen war.

**D**: Nach Ablagerung der Stufe M 3 ist dieser Beckenteil aber noch keineswegs Festland geworden. M 3 geht nach oben in die Deckschichten über, deren Faziescharakter jedoch kaum mehr marin genannt werden darf. Diese feinkörnigen, in der Regel vorzüglich horizontalgeschichteten Sande, Tone und Mergel sind sicher in wesentlich ruhigerem, flüssigem Medium abgelagert worden. Sie verraten zugleich ein erneutes, geringes Absinken oder mindestens eine Unterbrechung der Hebungsphase in einer Zeit, da das grobe alpine Abtragungsmaterial sehr wahrscheinlich durch eine alpenwärts gelegene Depression abgefangen wurde. Die heutige Mächtigkeit entspricht wegen der darauf folgenden helvetischen Denudationsphase nicht immer ganz der ursprünglich sedimentierten. Wichtig ist, daß diese, wie auch die Mächtigkeit der M 3-Stufe, ganz allgemein gegen das Beckeninnere nicht zunimmt (D im Brenztalgebiet etwa 10 m, bei Baltringen etwa 15 m, bei Ochsenhausen 10—13 m) ganz im Gegensatz zum Verhalten der M 1—2 b-Stufen

(z. B. Heidenlöcherschichten im Owinger Tal 15—20 m, bei Überlingen mindestens 70 m; Knupfer 1912, S. 35). Wir ersehen daraus, daß zur Zeit der M 3/D-Sedimentation das Beckeninnere keine besondere Vertiefung aufwies.

Eigenartig ist der vollständige Mangel an tierischen Fossilien. Eine weitgehende Aussüßung wird die Existenz mariner Organismen unmöglich gemacht haben. Das Schwäbische Gebiet bekommt dadurch in dieser Zeit eine besondere Note gegenüber dem Sedimentationsraum des Schweizer Mittellandes, das nach den übereinstimmenden Ergebnissen aller Untersuchungen auch in dieser Zeit noch vom Meere bedeckt war. Diese Auffassung stützt sich allerdings wesentlich auf faunistische Vergleiche, auf Grund deren man lange auch für die Schwäbische Molasse eine helvetische Meeresbedeckung begründete. Selbst wenn wir ganz von den Fossilinhalten absehen, so ergeben sich doch entgegen den Vorstellungen von Dietrich und Kautsky (1920) und Moos (1924, 1926) allein aus der Lagerung und Bildungsgeschichte der Schwäbischen Molasse genügend Hinweise, daß wirklich auch noch während des Helvetiums ein Meer in der Schweiz Bestand hatte (Mündung der Graupensandrinne bei Schaffhausen s. S. 303). Wie verhält sich M 3 s und D zu der M.M. im SW?

Die nicht unbedingt vollständige Trennung beider Gebiete könnte während der Sedimentation der Deckschichten am ehesten eine von einem größeren alpinen Flußsystem nach N vorgeschobene Deltaschüttung veranlaßt haben. Die Scheide Schwäbischer und Schweizerischer Molasseausbildung fällt zusammen mit einer „schwachen" Stelle im Molassebecken. Während von N her das Meer sich etwas zurückzog (Geröllstufe keilt bei Thengen, Wiechs nach N aus; schwache Hebung des Schwarzwaldes und seines Vorlandes), findet sich gegenüber im Bereich der subalpinen Molasse die mächtige Nagelfluhfolge des Speers und seines Vorlandes. Bekanntlich wird hier, im Rohrschacher und St. Galler Gebiet, mit Annäherung an das Thurtal die M.M. immer weniger mächtig und dafür reicher an Nagelfluhbänken (Falkner und Ludwig 1904), so daß sie in der Gegend des Speers ganz fehlt. Das „Speerdelta" hatte offensichtlich während der gesamten Meeresmolasseablagerung sein Mündungsgebiet so weit nach N vorgeschoben, daß diese heute im Bereich des subalpinen Molasseschenkels gar nicht erschlossen ist. In diesen Abschnitt, Linth—Rhein, fällt eines der bedeutendsten

Schüttungszentren der subalpinen Molasse. Im Mittelmiocän die Geröllführung der Gr.Sch. (s. S. 307) und des Schotterfeldes der Austernagelfluh am Nordrand des Molassebeckens bei Schaffhausen (s. S. 330 ff.), im Obermiocän die Geschiebe des Thurgauer Seerückens zeugen gleichermaßen von der Reichweite und Wirksamkeit der in diesen Abschnitt fallenden alpinen tertiären Flußmündung. Wir sind geneigt, auch die Sonderstellung der jüngsten Schichten der Schwäbischen M.M. auf den Einfluß dieser alpinen Deltaausstrahlung zurückzuführen.

Es bliebe noch übrig, den Übergang der Deckschichten nach SW in eine andere Fazies, mit Annäherung an das Speerdelta in eine geröllführende Fazies aufzuzeigen. Leider hat aber jüngere Ausräumung (Graupensandrinne) und tektonische Tiefenversenkung (Hegaugrabensysteme) die Untersuchung gerade dieses wichtigen Grenzgebietes so gut wie unmöglich gemacht. Einige Anhaltspunkte scheint jedoch schon die Bodenseemolasse zu geben.

Von Schmidle, Gutmann und Knupfer wurden in der Molasse des Seegebietes an den verschiedensten Stellen Geröllager gefunden. Die Frage, wie man diese Vorkommen miteinander parallelisieren muß, wurde schon mehrmals gestreift. Folgende allerdings abweichende Darstellung scheint mir etwas mehr als eine nackte Arbeitshypothese.

Ein Geröllhorizont, welcher schon früher von Hohenbodman genannt wurde (s. S. 245), gehört M 3 an. Er wird überlagert von der D und K-Stufe.- Dieser Knollenkalk, es wird noch näher darauf eingegangen (s. S. 337 ff.), ist ein zu Beginn des Obermiocän (Tortonium) abgelagerter Süßwasserkalk, welcher seine charakteristische Struktur erhielt durch Aufnahme, Umkrustung und Neuverkittung aller der, während der helvetischen Trockenlegung, exponiert gelegenen und deshalb gelockerten und zersetzten hangendsten Sedimente der Deckschichten. Unter diesen im Knollenkalk sekundär gelagerten Verwitterungsrückständen der Deckschichten finden sich auch, umkrustet und oberflächlich zersetzt, Süßwasserkalke, woraus hervorgeht, daß sich ursprünglich die Deckschichten nach oben in einen Süßwasserkalk fortsetzten. Die Ablagerung der Hohenbodman-Schichtfolge wäre also etwa folgendermaßen vor sich gegangen:

| | | |
|---|---|---|
| Tortonium | Knollenkalk | K |
| Helvetium | Aufarbeitung-Sedimentationslücke. | |
| | (Süßwasserkalk)<br>Mergelsande<br>Feinsande | D |
| Burdigalium | — — — — — — — — — — — — — | |
| | Marine Seichtwasserfazies<br>mit alpinen Geröllen | M 3 s |

Dieser Typus setzt sich nach SW fort im Breitdobelprofil (Knupfer 1912, S. 303): K typisch.

D: feine Sandschiefer und feine Sande („Süßwassersand").

M 3 s: als Hangendes einer M b-Fazies ein grobkörniger mariner Sand mit Haifischzähnen, Austern und kleinen Geröllen,

und im Schluchtweg westlich Unterösch (Knupfer 1912, S. 293), Südseite des Owinger Tals

K: vorhanden („Süßwasserkalk"),

D: feine Sande („obere Süßwassersande"),

M 3 s: grobkörnige M.M. Die Gerölle erreichen nur noch Nußgröße.

Knupfer (S. 311) hat die M 3-Stufe von hier, wahrscheinlich als durchgehenden Horizont, nach SO gegen Dreibrunnen, nach NW bis zum Steinenbächle verfolgt. Alpine Gerölle, welche wir schon zwischen Hohenbodman und Owingen an Größe abnehmen sahen, sind nicht mehr gefunden worden; Muschelsandstein und knauerige M.M. charakterisieren hier die Stufe. Es wäre möglich, daß sie sich weiter nach W nur deshalb nicht mehr ausscheiden läßt, weil die grobe Fazies zugunsten einer feinkörnigen ausgekeilt ist. K tritt westlich und südwestlich des Mädlerhofs an der Grenze gegen die O.S.M. zu auf (Süßwasserkalk nach Knupfer, S. 292).

Im unmittelbar anschließenden Gebiet des Tiefenbachtäle steht etwa in Höhe der eben genannten K-Vorkommen ein grobkörniger, mariner Sand mit alpinen Schotterbänken und eingelagerten Süßwasserkalkbrocken an (Knupfer S. 291). Darüber liegt noch feiner Glaukonitsand, während die Grenze gegen die O.S.M. nicht aufgeschlossen ist. Knupfer parallelisiert diese M.M. mit der K-Stufe, da sie auch Kalkknollen führt und nach SO, unter Zurücktreten der alpinen Gerölle, immer mehr zu einem Süßwasserknollenkalk wird (Allekul—Hochbühl; Knupfer, S. 288). Die K-Stufe des Owinger Gebiets gehört aber an die Basis der tortonischen Süßwassermolasse und die jüngste schwäbische M.M. ist burdigalen Alters, so daß eine Gleichsetzung unmöglich wird. Gegen eine Vereinigung mit der M 3 s-Stufe spricht das Abklingen der M 3 s-Fazies gegen das Verbreitungsgebiet dieses Reutehof-Geröll typus; ferner das Auftreten der Kalkknollen und der seitliche Übergang in diese. Etwa zugleich damit geht noch ein anderer Wechsel in der Faziesausbildung vor sich. Der Geröllhorizont wird im SO unterlagert von einem Süßwassersand oder Süßwassersanden und Marinsanden in Wechsellagerung (Knupfer, S. 294), während er im NW, in der Umgebung des Reutehofs, rein marin noch von marinen Sanden bedeckt wird. Ich sehe darin einen Übergang der typischen Deckschichten des Hohenbodmanprofils in eine westliche marine und geröllführende Ausbildung. Der Süßwasserkalk der Deckschichten, welcher bei Hohenbodman nur noch auf sekundärer Lagerstätte zu erkennen war, ist gegen W noch anstehend erhalten und geht seitlich in die Geröllbänke des Reutehoftypus über. Als ein Beispiel des Reutehoftypus, bei welchem die Schichtfolge M.M. — marine Geröll-süßwasserkalkknollenstufe — Glaukonitsande — Diskordanz — Süßwasserfeinsande — Süßwasserknollenkalkstufe verwirklicht ist, wäre das Profil Teufelsloch zu nennen (Knupfer, S. 286).

Wieder von ganz anderer Art sind die Schotter des Bonndorf-Typus (Weiherholzgrube, Kaienhohlweg). Sie sind, wie die Fossileinschlüsse erkennen lassen, erheblich jüngeren, oberhelvetischen Alters und eher fluviatil als brackisch (s. S. 333 ff).

Die helvetische Denudation erschwert die Analyse. Knupfer's Aufnahmen im Nassental, Stupental, Orpenbach, Steinenbach u. a. sind wahrscheinlich Profile, in welchen alle höheren Schichten der M.M. bis auf die M b-Fazies ausgeräumt wurden, darüber deshalb schon die O.S.M.-Mergel, oft durch Streifen starker Fe-Fällung getrennt, liegen. Erst um die Wende Helvetium-Tortonium wird das ganze Gebiet wieder als einheitlicher Sedimendationsraum zusammengefaßt. Die kalkigen Hangendschichten des Kaienhohlweg (Kiderlen 1928, S. 605), des Kaiengipfels, des Reutehof usf. bis zur K-Stufe des Hohenbodmanprofils sind wahrscheinlich eine durchgehende mergelige, kalkige Bildung.

Es erscheint möglich, die Geröllager des Reutehoftypus mit den Deckschichten zu parallelisieren und zugleich als Ausläufer der Speerdeltaschüttung aufzufassen, eine Gleichstellung, welche die verschiedene Entwicklung der schwäbischen und schweizerischen hangenden M.M. des Burdigaliums verständlich machen würde.

Bei der Gegenüberstellung der Bodensee- und Randenmeeresmolasse wurde immer nur von dem Hohenbodmangerölltypus ausgegangen. Da die Geröllschichten von Wiechs, Thengen, Schopfloch (s. S. 246) im Streichen des Molassebeckens etwas weiter nach SW zu gelegen sind als die des Gerölltypus Hohenbodman, so gehören sie, sieht man in ihnen den Nordrand einer alpinen Deltaschüttung, eher den Deckschichten an. Die Abtrennung des Schwäbischen Teilgebiets wäre dann eine sehr vollständige gewesen. Für die Gesamtstratigraphie der M.M. ist es jedoch von geringer Bedeutung, ob die aus dem nordwestlichen Hegau genannten Schotter die M 3- oder die D-Stufe vertreten.

Die Deckschichten werden nach oben immer kalkreicher, bis sie mit einer Sandkalk-, Süßwasserkalkablagerung ihr Ende erreichen. Erst dann erfolgte die Trockenlegung des burdigalen, schwäbischen Sedimentationsbereichs (s. S. 301), welche mit Ausnahme der Graupensandrinne und ihrer Nebenflüsse durch das ganze Helvetium angedauert hat.

## Die helvetischen Grimmelfinger Schichten.

**Problemstellung:**

Am Südfuß des Hochsträß, südwestlich Ulm a. D., liegen zwischen der Unteren und Oberen Süßwassermolasse die sog. Grimmelfinger

und die brackischen Kirchberger Schichten. Sie nehmen also in der Schichtfolge eine Stellung ein, welche sonst, im Beckeninnern und wieder in der Randzone, der Meeresmolasse zukommt. Daß man hier, bald mehr bald weniger, auch an zeitliche Äquivalenz dachte, ist wenig verwunderlich. Moos (1924) trat zuerst für eine vollständige Lostrennung von der schwäbischen M.M. ein. Nach ihm soll ein jüngerer Fluß die M.M. ausgeräumt und an deren Stelle fluviatile Sedimente, die Gr.Sch., abgelagert haben. Von Moos wurde eingehender nur der Abschnitt zwischen Erbach und Dillingen a. D. berücksichtigt. Will man kritisch Stellung nehmen, so gilt es daher zuerst die Beobachtungen entlang der Alb nach SW zu vermehren. Zugleich verlangt eine Unstimmigkeit in der Parallelisierung mit benachbarten Molasseschichten Aufklärung. Das Alter der Gr.Sch. wird von Moos als Unteres Vindobonium (Helvetium) angegeben. Schweizer Geologen (z. B. Brandenburger 1926) halten jedoch daran fest, daß in dieser Zeit zwischen Schaffhausen und Aarau noch M.M. zum Absatz gelangte. Wie konnte dann ein Fluß von dort der Alb entlang nach O bis in das Schliermeer gelangen? Das Problem der Gr.Sch. umschließt auch das Verhältnis der österreichischen, schwäbischen und schweizerischen miocänen Meeresmolasse.

**Kennzeichen der Gr.Sch.:**

Etwa 50 % dieser Sedimente bestehen bei Grimmelfingen, westlich Ulm a. D., aus „Graupensanden". Diese grobklastische Fazies, zunächst das einzige Charakteristikum der Gr.Sch., wird an typischen Komponenten (s. S. 286) leicht erkannt. Nicht immer so einfach ist die Entscheidung bei den feinen Sanden, da diese von manchen basisnahen Sandtypen der O.S.M. petrographisch nur schwer zu trennen sind. Von vielen anderen feinen Sanden der Molasse unterscheiden sie sich aber durch lichtgelbe Farbe, seltenes Auftreten rosagetönter Quarze und monotone Zusammensetzung (Quarz, Feldspat, Glimmer). Ausschlaggebend ist jedoch mehrfach nur die Höhenlage, eine Wechsellagerung mit Graupensandfazies und das vollständige Fehlen des kohlensauren Kalks. Zu achten ist natürlich auch auf den Schichtverband zwischen U.S.M. und K.Sch. bei Grimmelfingen, sowie den seitlichen Zusammenhang mit dem Prototyp der Umgebung von Ulm a. D.

## Die Verbreitung der Gr.Sch.

### a) Ulmer Gebiet.

Dillingen a. D. — Ulm a. D. — Zwiefalten.

Sooft zwischen Dillingen, Ulm und Unterkirchberg in der Molasse Bohrungen niedergebracht wurden, traf man in entsprechenden Tiefen zwischen K.Sch. und U.S.M. auf Gr.Sch. Diese Vorkommen unter Tag setzen sich südwestlich Ulm über Tag fort. Durch jüngere Hebungen wurde hier das Tertiär bis zum Jurauntergrund der Denudation zugänglich gemacht. Es ergibt sich so, schon früh erkannt, daß von Ulm bis Zwiefalten die Gr.Sch. fortlaufend, unterbrochen nur durch jüngere Ausräumung, vorkommen. Sie liegen auf U.S.M. oder Oberem Weißem Jura, bedeckt von K.Sch. oder O.S.M., zwischen Ulm, Oberdischingen und Allmendingen dem Südfuß des Hochsträß vor, zwischen Berkach und Lauterach am Südhang des Landgerichts, rings um den Hochberg, am Ost- und Südhang des Emerbergs und auf der rechten und linken Seite des Aachtals zwischen Baach und Zwiefaltendorf.

Wir knüpfen hier an die Geognostische Spezialkarte von Württemberg (Bl. Nr. 34, 35, 40—42) und die Arbeiten von Miller (1871), Mangold (1889), Schad (1908), E. Fraas (1911), Regelmann (1911), Schwarz (1913) und Moos (1924, Übersichtskarte!) an. Sämtliche Vorkommen wurden nach Möglichkeit nachgeprüft. Für den Untergrund von Dillingen brachten neue Bohrungen eine erfreuliche Bestätigung (Zenetti 1929 und Profile Nr. 8 und 9) der Moos'schen Deutung des Bohrprofils von Gümbel (1891 S. 187). Im Liegenden der K.Sch. stieß man auch bei Gundelfingen zweifellos auf Gr.Sch. (Prof. Nr. 6). Sie wurden ferner, wie zu erwarten war, bei erneuten Bohrungen im Niederstotzinger Donauried angetroffen (Prof. Nr. 11). Manche Einzelheiten für die Strecke Ulm—Zwiefalten s. S. 274 ff., 284 ff.

### b) Sigmaringer Gebiet.

Zwiefalten—Sigmaringen—Meßkirch—Engen.

Im Verlaufe der Arbeit zeigte sich immer mehr, wie gerade dieser Abschnitt für das Verständnis der schwäbischen Molasse von allergrößter Bedeutung ist. Leider wird die Untersuchung durch unzulängliche Aufschlüsse des Tertiärs, diluviale Ausräumung und Überdeckung sehr erschwert. Wir wundern uns daher nicht, daß hier die Gr.Sch. bisher nur ganz vereinzelt genannt werden. So sollen sie nach der Geognostischen Karte (Bl. Riedlingen), auch Schwarz (1913, S. 12) teilt diese Auffassung, schon wenig westlich Zwiefaltendorf nach SW auskeilen. Damit würde übereinstimmen,

daß Graupensande erst wieder aus dem Hegau (Schalch 1895) und vom Witthoh (Spitz, briefliche Mitteilung) genannt, bei Meßkirch (Moos 1926) nur vermutet werden. Sind die nach Moos dazwischen zu erwartenden Gr.Sch. alle wieder ausgeräumt oder in anderer Fazies entwickelt? Besteht die Graupensandhypothese dann noch zu Recht?

Wir beginnen im O bei Zwiefaltendorf. Macht schon die Mächtigkeit von 17—18 m ein rasches Auskeilen der Gr.Sch. „bei der oberen Gasse" unwahrscheinlich, so zeigt die Lagerung ganz deutlich, daß diese nur in verstärktem Einfallen unter jüngeren Sedimenten verschwinden.

Auf W.J. ζ (Plattenkalke) folgt im Gebiet des Donauprallhangs U.S.M., dann Gr.Sch. und O.S.M. Die Grenzen liegen etwa

| | westl. 518,2 | südöstl. „Lgr". |
|---|---|---|
| O.S.M. / Gr.Sch. | 567 m NN | 598 m NN |
| Gr.Sch. / U.S.M. | 548—549 m NN | 571 m NN |
| U.S.M. / W.J. ζ | 525 m NN | 548 m NN |

Außerdem gewonnene Grenzpunkte befinden sich in entsprechender Höhe dazwischen. Aus dem Fallen in der Aufschlußrichtung (Mittel 2°42′) die Hangendgrenze der Gr.Sch. für die Wegabzweigung nordöstlich „r" (von „bei der ob. Gasse") berechnet ergibt eine Höhe von 558 m, in welcher bereits jedes anstehende Tertiär mit Schutt und diluvialem Kies überdeckt ist.

Neue Bestätigung, daß die Gr.Sch. nicht auskeilen, finden wir auf der rechten Donautalseite. Südlich Obermarchtal beginnt mit dem Buchhau ein zusammenhängendes Waldgebiet. Es wird nach S immer breiter und bergiger und ist vom eigentlichen Bussen bei Dietelhofen durch einen Feldergürtel nicht allzu scharf abgetrennt. In diesen Bergen von Reutlingendorf wurden zwischen Unterer und Oberer Süßwassermolasse stets die Gr.Sch. gefunden. In derselben Weise und Höhenlage treten sie am Nord-, West- und Südhang des Bussen in feinsandiger Fazies wieder auf.

Abgesehen von den Vorkommen östlich der Straße Obermarchtal—Reutlingendorf, welche schon Quenstedt (1876 S. 12) besonders erwähnt, wurde typische Graupensandfazies der Gr.Sch. noch an anderen Stellen gefunden (opp. Moos 1924, S. 208). Auf bunten Sanden und Tonmergeln der U.S.M. folgt in der Kuppenzone des Waldgebiets Buchhau feiner, gelbbrauner glimmerreicher Quarzsand mit vereinzelten Graupen. Die Einlagerung der Graupenfazies ist auf Kuppe 600,8 in der fast gänzlich zugewachsenen Grube

zu beobachten. Gr.Sch. auf U.S.M. zeigen auch die Ringburg „Dachsberg", die Kuppe 601,5 und die Berge zwischen Reutlingendorf, Dietelhofen, Dobel und Schupfenberg. Einlagerungen von Graupensandfazies befinden sich z. B. wenig südlich „Schlattäcker" (südwestlich Reutlingendorf) bei etwa 577 m und durch Dachsbaue aufgeschlossen am Westhang der „Linsenäcker" südwestlich 599,8 (westlich Dobel). Die feinsandige Fazies überwiegt stark. Ja, in dem schlecht aufgeschlossenen Sockel des Bussen scheint sie allein die Gr.Sch. zusammenzusetzen. Die bunten Tonmergel und Sande der U.S.M.-Basis des Bussen wurden eindeutig festgestellt in der neuen Grube der Ziegelei Unlingen und in Drainagegräben im Wiesental südöstlich „Rohr" (südöstlich Göffingen). Über dieser Süßwassermolasse, deren Hangendgrenze, wo andere Anhaltspunkte fehlen, durch einen Quellhorizont gekennzeichnet ist, folgen feine lichtgelbe Quarzglimmersande: z. B. am Hungerberg südlich Dietelhofen, über dem Friedhof von Möhringen, oberhalb des Reservoirs von Unlingen, nördlich „1" von „Mammental" (Sandgrube!), beim Kreuz am Waldesrand an der Straße Göffingen—Dentingen (Sandgrube!) und südöstlich „607,5" (nördlich „Heideäcker"). Ausbildung und Höhenlage der Sande sind dieselben wie bei Reutlingendorf. Auf der Südseite des Bussen hat Hildenbrand Muschelsandstein der M.M. etwa in Höhe dieser feinen Sande kartiert (Blatt Ehingen der Geognostischen Karte). In den Begleitworten von Quenstedt (1876) sind keine weiteren Angaben enthalten. Aus handschriftlichen Aufnahmenotizen von Hildenbrand geht hervor, daß er sich zur Ausscheidung einer M.M. durch eine Profilfolge bei Dentingen bestimmen ließ, welche aber nicht in die M.M. eingereiht werden kann, sondern nur eine abweichende Fazies der K.Sch. darstellt (s. S. 322). C. Regelmann (1877, S. 80) erwähnt vom unteren Öschle bei Dentingen T $\delta$ (= M.M. + Gr. Sch.!). Auf S. 129 wird von ihm dieses Vorkommen als „mariner Sand?" bezeichnet. Dann heißt es weiter „M.M. im Mittel am Bussen bei 600". Wohl dadurch beeinflußt, trägt Hildenbrand 1888 (Blatt Riedlingen) auch am Westfuß des Bussen in der Höhe der feinen Sande die Signatur der M.M. ein. Als Beleg wird im Geologischen Institut in Tübingen ein Stück aufbewahrt mit der Etikette: „M.M., Kgr v. Möhringen aus dem Moränenschutt (!), am Bussen abgerissen". Abgesehen von der sekundären Lagerstätte, kann man das Stück nach seiner petrographischen Ausbildung keineswegs mit echter M.M., höchstens mit dem von Hildenbrand auch für M.M. gehaltenen Vorkommen von Dentingen vergleichen. Überall, wo M.M. anstehen soll, findet sich der oben geschilderte feine Sand. Ich halte es deshalb für erwiesen, daß am Bussen keine M.M. auftritt. Erst bei Dürmentingen und Uttenweiler sind einwandfreie marine Sedimente bekannt geworden (s. S. 236).

Kehren wir wieder zur linken Donautalseite zurück. Am Teutschbuch wird das Liegende der fast ausschließlich aus Süßwasserkalken und -mergeln bestehenden Abteilung 1 der O.S.M. (nach Schwarz 1913, S. 25) durch Gehängeschutt und Diluvium verdeckt. Nur am Ostfuß des Österbergs (westlich Riedlingen) waren in einer alten Ziegeleigrube auch noch tiefere Schichten: feiner

lichtgelber, glimmerreicher, kalkfreier Quarzglimmersand, mit deutlicher Schichtung durch tonreichere Lagen zugänglich. Daß Graupenkiesfazies fehlt, mag mit der geringen Mächtigkeit von 3 m zusammenhängen, in der die Gr.Sch. bloßgelegt sind. 6—7 m verlehmte Sande mit diluvialen Geschieben und z. T. sehr großen Tertiärkalkbrocken, welche stotzig an der Oberfläche herausstehen können, bilden das Hangende der Grube[9]. Diese Sande finden sich am Österberg in einer Tiefe (556 m), welche nach der Geognostischen Karte auf der rechten Seite des Bibertals bei Waldhausen von Schichten der U.S.M. eingenommen werden soll. Es hat sich aber gezeigt, daß auch dort die Gr. oder mindestens die K.Sch. bis auf 555—560 m heruntergehen (s. S. 322).

Von Waldhausen nach S bis zum Donauknie westlich Blochingen begleitet wieder die U.S.M. die linke Seite des Donautals. Bis zum Gießhübel (südlich Binzwangen) lagern darüber auch noch jüngere Tertiärsedimente. Zwischen bunten Mergeln und Sanden der U.S.M. und K.Sch. (s. S. 322 ff.) sind feine, gelbgraue Quarzglimmersande, die Gr.Sch., eingeschaltet.

10 km weiter nach W, beim Hüttenwerk Laucherthal, wurden früher nach den Angaben von O. Fraas (1888 b, S. 3) tertiäre Süßwassersande als Formsande gewonnen. Da der feine Sand außerhalb des Bereichs der U.S.M., aber innerhalb des Verbreitungsgebiets der Gr.Sch. (Graupensandrinne, s. S. 282) unmittelbar den Weißen Jura bedeckt, so muß in erster Linie an Gr.Sch. gedacht werden. Hierher dürften auch die von Hildenbrand (Bl. Friedingen) kartierten, von Leuze (1922, S. 347) beschriebenen grobkörnigen Quarzsande bei der Josephskapelle südlich Sigmaringen gehören.

In eindeutiger Graupensandfazies wurden die Gr.Sch. wenig mächtig zwischen Diluvium und W.J. ζ nördlich des Hofguts Pault, am Westrand des „Kapellenösch" gefunden. Blatt Friedingen der Geognostischen Karte verzeichnet das Vorkommen als M.M. Nach Schad (1912, S. 130) handelt es sich dagegen um „unwiderlegliche" diluviale Bildungen, da sie nach Höhenlage und Zusammensetzung diluvialen Sanden entsprechen. Gleiche Höhenlage von Diluvium und Tertiär ist zu alltäglich, um allein

[9] Der untere Teil der Abt. 1 des Schwarz'schen Profils (1913, S. 46) ist also nicht anstehend. Zwischen W.J. ζ und O.S.M. liegen noch die Gr.Sch.

Beweiskraft zu haben. Die Zusammensetzung entspricht aber in keiner Weise diluvialen Sanden der Umgebung, dagegen ganz der Graupenkiesfazies der Gr.Sch.

In nicht allzu großer Entfernung stehen die Gr.Sch. wieder bei Engelswies und im Ablachtal an. Die „ziemlich groben, gelegentlich an marine Graupensande erinnernde „Flußsande, welche Göhringer (1925, S. 258; Teike 1921, S. 7) von Engelswies und Rohrdorf erwähnt und in die obere Stufe der U.S.M., von welcher sie unterlagert werden, einreiht, sind nicht mehr aufgeschlossen. Da auch die anderen, von Teike schon früher (1921, 1923) der oberen Stufe der U.S.M. zugezählten und von Göhringer z. T. ebenfalls genannten groben Sande mit „gelben quarzitischen Geröllen" des benachbarten Ablachgebiets sich als Gr.Sch. erwiesen haben, in der U.S.M. sonst keine derartigen Sande vorkommen, so stelle ich diese Ablagerungen wie Moos (1926, S. 18) zu den Gr.Sch. „Ein großer Teil der Orte Engelswies und Rohrdorf steht auf diesem Horizont" (Göhringer 1925, S. 259). Damit ist auch eine einwandfreie untere Altersgrenze der auf diesen Sanden liegenden Engelswieser Süßwasserkalke gegeben.

Das Ablachtal zeigt bei Menningen und Igelswies noch den W.J. ζ-Untergrund entblößt. Zwischen der darüber folgenden U.S.M. und der diluvialen Überdeckung lassen sich wenigstens noch an einzelnen Punkten die Gr.Sch. feststellen. Hildenbrand hat sie teilweise als „M.M. mit Granitgeröllen" kartiert (Bl. Friedingen). Granite und andere Fremdgeschiebe führen jedoch nur jüngere Sande im Hangenden (s. S. 323 ff.).

Die Gr.Sch. liegen nördlich Göggingen an der Weggabelung bei „ß" des „Schloßbühl" der U.S.M., welche am Hang mehrfach entblößt ist, auf. Man stößt auf sie als feine Quarzglimmersande auch auf der rechten Seite des Weiherbachtals überall auf Flur „Stockäcker" bei etwa 650 m. Sie treten wieder zutage auf der linken Seite des Ablachtals von P. 653,6 aufwärts zu dem einzelstehenden Hof südwestlich P. 653,6 unmittelbar auf U.S.M. von 633—651 m. Hier sind in die feinen Sande nur gegen oben die Graupen eingestreut (Schurf!).

Nach der petrographischen Ausbildung und dem Schichtverband gehören zu den Gr. Sch. auch die feinen, kalkfreien Quarzglimmersande, welche südlich Meßkirch im Aspenbachtal durch Dachsbaue zwischen U.S.M. (anstehend im Talgrund südlich 641,5) und den K.Sch. (bei etwa 645) am Südhang des Dreibühls angefahren wurden.

Genannt werden sollen noch die Sande des Hauptbühls bei Meßkirch, die etwa bei 640—645 m die U.S.M. von den Konglomeratsanden (s. S. 324) scheiden.

Südwestlich Meßkirch setzten sich die Gr.Sch. in den groben, quarzreichen Sanden fort, welche Teike (1921) bei Boll im Krumbachtal entsprechend den Ablachtalvorkommen gefunden hat. Aufschlüsse sind keine mehr vorhanden.

In etwas größerem Zusammenhang sind die Gr.Sch. an den südlichen Ausläufern der „Eck" und des Witthoh erhalten geblieben.

Wir finden sie als feine, gelbe Quarzglimmersande zwischen W.J. ζ und den K. Sch. in der alten Ziegelgrube des Rißischbergs nördlich Rorgenwies (Profil Nr. 21), als typische Graupensande westlich Reuthe von Flur „Kau" (Sandgrube!) bis gegen „Lermersloch", in feiner, wie in Graupenfazies zwischen W.J. ζ und den K.Sch. vom Wasserburger Hof (alte Sandgrube bei P. 621,7) nach S entlang des „Millberg", „Birzelberg" bis südlich Eckartsbrunn. Ein kleiner Denudationsrest von feinen, kalkfreien Quarzglimmersanden liegt auch auf der rechten Seite des Wasserburger Tals der Felsterrasse des „Hangnest" auf.

Das ganz vereinzelte Vorkommen der Gr.Sch. im Hegau bei Anselfingen hat Schalch (1895) eingehend geschildert.

### c) Gebiet von Schaffhausen.

#### Engen—Schaffhausen.

Von Engen nach SW verschwinden die Gr.Sch. unter einer mächtigen Decke aus O.S.M. Die Randenverwerfung hat sie in die Tiefe versenkt. Erst wieder auf dem hochgelegenen Flügel der Störung, auf dem Reyath bei Büttenhardt ist ein vollständiges Profil: Gr.Sch.—K.Sch.—O.S.M. entblößt (Schalch 1881, 1914; s. auch Profil Nr. 23). Die zahlreichen Geschiebe, welche hier in den oberen Lagen der Gr.Sch. vorkommen, sind allen Gr.Sch. des Schaffhausener Gebiets eigen.

Mit den Schichten von Büttenhardt stimmen die Sande von Lohn und Stetten auf der anderen Seite des Birchtals überein. Dort werden sie zwar nicht von jüngeren Tertiärschichten bedeckt, sie liegen auch wesentlich tiefer als die Sande von Büttenhardt. Trotzdem ist man berechtigt, auch sie zu den Gr.Sch. zu stellen. Die Entfernung zu den Büttenhardter Sanden, welche petrographisch vollständig gleichen, beträgt nur 1—1,5 km. Die tiefere Lage ist aber, wie das ebenso starke Fallen des Jurauntergrundes zeigt, tektonisch bedingt.

Nördlich Lohn (Flur Rütenen) stehen, von den groben Sanden etwas getrennt, lichtgelbgrüne, feine, tonige, kalkfreie Quarz-

glimmersande an, welche durch eine Wechsellagerung mit feinen, graugrünen, sandigen Tonlagen vorzüglich horizontal geschichtet sind. Sie enthalten als einzige Organismenreste kohlige Schmitzen und Blattabdrücke. Schalch (1914) stellt sie noch, mit einem Fragezeichen versehen, zur O.S.M. Man möchte sie eher zu den Gr. Sch. rechnen, deren feinkörnige Fazies ihnen gleicht. Die O.S.M. dieser Gegend ist nur in Juranagelfluhfazies entwickelt (mit Kalksandsteinen und gelben bis roten Mergeln). Eine Parallelisierung ist schon deshalb wenig überzeugend.

In der Fortsetzung nach SW hat Schalch die Geröllfazies der Gr.Sch. als dünne Schleier oder als mehr oder weniger mächtige Sedimentdecken noch feststellen können am „Klosterfeld", „Auf der Höhe" östlich Hemmenthal, „Altholz", „Hintere Ebene", Griesbacher Hof südlich Hemmenthal.

Südwestlich des Reyath sind die K.Sch. in der aus der Ulmer Gegend bekannten Fazies nicht mehr aufzufinden. Fehlt deshalb auch die charakteristische Überlagerung, so verlangen doch petrographische, faunistische und tektonische Gesichtspunkte gleichermaßen die Zuweisung der Sande von Riedern (Bl. Grießen) und Benken (Kohlfirst, südlich Schaffhausen) zu den Gr.Sch. Nur auf Grund der petrographischen Übereinstimmung zu parallelisieren, befriedigt allerdings auf größere Entfernung nicht. Der ausgedehnte Abbau der Sande an beiden Orten hat eine bedeutende Landsäugetierfauna in Zähnen und Knochen zutage gefördert. Das danach von Stehlin (1914) festgestellte Alter (Helvetium) stimmt mit der Eingliederung überein, wie sie allein aus der Lage und Faziesdeutung der Gr.Sch. heraus vorgenommen werden müßte. Vom Reyath-Tertiär ist bekannt, daß die K.Sch. in muldenartigen Vertiefungen in die Gr.Sch. eingesenkt liegen. Auch bei Benken und Riedern wurden die nächstjüngeren Schichten zuerst in Mulden und Rinnen der Sande abgelagert (Profile Nr. 24 u. 25). Eine sehr willkommene Stütze der Parallelisierung bedeutet auch der Fund einiger Congerien aus der hangenden Schichtfolge (K.Sch.!) der Sandgrube von Benken.

Eine genaue Untersuchung des Kohlfirsts nach weiteren Vorkommen der Gr.Sch. hätte zu weit geführt. Nach Literaturangaben wäre es möglich, daß ein Teil der von Gutzwiller (1883, S. 21) in die U.S.M. gestellten Sande, z. B. die Schichten südlich des ehemaligen Klosters Paradies, hierher gehören.

Südlich und südwestlich Riedern und Benken sind Gr.Sch. in der faziellen Ausbildung des Ulmer oder Schaffhausener Gebiets nicht mehr bekannt geworden.

**Zusammenfassung:**

Nur eine verhältnismäßig schmale Zone entlang des Albsüdrandes führt die Gr.Sch. Um so mehr fällt auf, daß sie hier von Dillingen a. D. bis Schaffhausen nie zu fehlen scheinen, sofern nicht jüngere Denudation sie entfernt hat.

### Die Nordwestgrenze des Verbreitungsgebiets.

Zum Verständnis der Gr.Sch. ist es unerläßlich, zu wissen, wie der schmale nach SW und NO so langgestreckte Sedimentzug auf beiden Längsseiten endet. Besonders klar liegen die Verhältnisse für die Nordwestbegrenzung am Hochsträß westlich Ulm a. D.

**Hochsträß:** Hier sind, wie schon kurz gestreift wurde, die Gr.Sch. einem aus älteren Schichten (W.J., U.S.M., M.M.) aufgebauten, etwa 100 m höher emporragenden Rücken vor- und angelagert. Sehr auffallend ist der fast geradlinige Verlauf der S 70 W gerichteten Kontaktlinie.

Sie geht, wie die Ankartierung der Blätter Ulm, Schelklingen ergab, etwa durch folgende Punkte: „Q" (am Weg Donautal—Barbaralinde) — „523,3" (nördlich Grimmelfingen) — „Sgr." (südlich Schaffelkingen) — „532,0" (südlicher Ausgang von Eggingen) — „532,2" (westlich „Schleiche") — Berghang östlich „584,3" (östlich Ringingen) — „594,8" (Kulminationspunkt der Häulesbergstraße).

Entspricht diesem Kontakt eine Störung, eine vor Ablagerung der Gr.Sch. bestehende Hangstufe oder beides? Mit Erfolg kann diese Frage nur dort beantwortet werden, wo sich beiderseits der Kontaktlinie die Grenze U.S.M./W.J. als tektonischer Indikator ununterbrochen ein gutes Stück verfolgen läßt. Dies ist allein möglich auf der linken Seite des Schmiechtals von Ehingen bis gegen Blaubeuren.

Hier (s. Taf. XXI) beträgt das Fallen der Grenze U.S.M./W.J. im nördlichen Teil zwischen Seißen und Gerhausen 0,6 % gegen S 75 O, zwischen Vordere Gleißenburg und Pappelau 1,4 % gegen S 30 O. Mit dem Erreichen der Nordwestgrenze der Gr.Sch. findet eine rasche Gefällssteigerung statt. So zeigt der Westhang des Altheimer Höhenzugs 4 % und der Häulesberg etwa 3 % gegen

S 25—30 O. Das Streichen geht jetzt parallel der Anlagerungslinie der Gr.Sch. Noch weiter im S, zwischen Hausen und dem Tal von Heufelden, verringert sich das Gefälle wieder bis auf etwa 2,5 %. Das Zusammentreffen von stärkstem Fallen des Jurauntergrundes mit der Nordwestgrenze des Verbreitungsgebiets ist offensichtlich. Über einer flachen, flexurartigen Steigerung des Jurafallens keilen die Gr. Sch. aus. Der schon erwähnte, fast schnurgerade Verlauf der Anlagerungslinie von Ulm bis zum Schmiechtal wäre auch als eine tektonisch nicht unmittelbar beeinflußte Ausräumungsform nur schwer zu deuten.

Verfolgen wir nun, vom Hochsträß ausgehend, die Nordwestgrenze der Gr.Sch. weiter nach SW, so sind wir überrascht, überall die gleichen Verhältnisse wieder zu treffen. Bis in das Gebiet von Schaffhausen hinein werden die Gr.Sch. im NW durch eine Hangstufe des Untergrundes (W.J. und U.S.M.) begrenzt. Einmal aufmerksam geworden, erkennen wir diese Stufe in allen Abschnitten wieder. Teils wurde sie herausmodelliert und ist so schon morphologisch ausgeprägt, teils wurde sie von jüngeren Sedimenten überdeckt und nur durch querverlaufende Talzüge im Profil bloßgelegt.

**Niederstotzingen:** Das Auskeilen der Gr.Sch. dürfte etwa mit der NW-Begrenzung der K.Sch., wie sie von Moos (1924, Karte) gegeben wurde, übereinstimmen. Genaueres könnte eine Neubearbeitung der Bohrprofile ergeben. Nur müßte man berücksichtigen, daß die seither zu den K.Sch. gestellten feinen, kohleführenden Sande des Profils 23 (Moos 1924, S. 229) noch zu den Gr.Sch. gehören. In neuen Profilen treten schon hier die Graupen auf (Profil Nr. 11).

**Landgericht:** Die Verhältnisse des Hochsträß setzen sich auf der rechten Schmiechtalseite fort. Mit Recht sprechen wir auch hier von einer Anlagerung der Gr.Sch. an eine Hangstufe aus älteren Ablagerungen (ob. W.J.). Maskierung und Plombierung mit jüngeren Süßwasserschichten läßt diese zwar morphologisch nicht in Erscheinung treten. Desto deutlicher zeigt sie sich aber im Verhalten des Jurauntergrundes. Das obermiocän überdeckte Jurarelief ist keine nach SO gleichmäßig fallende Verebnung (opp. Schad 1908, S. 251, Profil C—D), sondern zeigt eine 60—70 m hohe Stufe, an welcher die Gr. und K.Sch. auskeilen (z. B. die Gr.Sch. auf der rechten Seite des „Simisgrund" bei P. 606,7; östlich „n" von Kirchen bei „592,6"; nördlich Lauterach an der Lermershalde etwas westlich „K"). Einzelheiten des Reliefs sind aus der folgenden Tabelle zu ersehen.

Höhenlage und Fallen der Grenze W. J./Molasse im Bereich der Nordwest-Grenze der Gr.Sch. nach drei Profilreihen in Richtung NW—SO:

**1.** Lutherische Berge — Rechte Schmiechtalseite:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Nordöstlich Ennahofen . . . . | W.J./Tk. | 735 m NN | |
| | | 2,3 km Fallen | 1,7 % |
| Steige Rautal—Weilersteußlingen | W.J./Tk. | 695 m NN | |
| | | 2,3 km Fallen | 1,4 % |
| Weilersteußlingen—Ehingen . . | W.J./Tk. | 663 m NN | |
| (Steige aus dem Weiten Tal) | | 0,8 km Fallen | 0,3 % |
| Oberes Maiental . . . . . | W.J./Tk. | 660 m NN | |
| | | 1 km Fallen | **5,5** % |
| Zuckerhäule . . . . . | W.J./Tk. | 608 m NN | |
| | | 0,4 km Fallen | 3,2 % |
| Steinbruch Wolfsgurgel . . . | W.J. ζ/**Gr.Sch.** | 592 m NN | |

**2.** Stoffelberg:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Granheim . . . . . | W.J./O.S.M. | 670 m NN | |
| | | 2,9 km Fallen | 0,0 % |
| Ehem. Burg Hochdorf-Brattenhau | W.J./O.S.M. | 678 m NN | |
| | | 2,6 km Fallen | 1,7 % |
| Simisgrund, westlich „g“ . . . | W.J./O.S.M. | 637 m NN | |
| | | 0,35 km Fallen | **6,7** % |
| Simisgrund, Feldweg östl. „603,8“ | W.J. ζ/**K.Sch.** | 610 m NN | |
| | | 0,65 km Fallen | 0,0 % |
| „Litishard“, östl. Kirchen . . . | W.J./Gr.Sch. | 612 m NN | |
| | | 3,4 km Fallen | 0,5 % (—) |
| „Hoferberg“ bei Stetten . . . . | U.S.M. bis | 595 m NN | |

**3.** Wolfstal:

| | | | |
|---|---|---|---|
| „Galgenberg“, nördöstl. Erbstetten | W.J. bis | 648 m NN | |
| | | 2,1 km Fallen | 0,0 % |
| „Kaltenbuch“, a. d. Landgericht | W.J./O.S.M. | 655 m NN | |
| | | 0,6 km Fallen | **6,6** % |
| „Alter Hau“, östl. „u“ . . . . | W.J./O.S.M. | 630 m NN | |
| | | 1,2 km Fallen | **3,9** % |
| Kreuzhalde, nördl. Lauterach . | W.J./**Gr.Sch.** | 585 m NN | |
| | | 1 km Fallen | 1,9 % |
| Bühl, südwestl. Lauterach . . . | W.J. bis etwa | 564 m NN | |

**Emerberg:** Auf der Ostseite des Emerbergs keilen die Gr.Sch. bei Flur „Stelle“, auf der Westseite im Ganstal bei Baach aus. Die alte Hangstufe wurde im „Bising“ und Schmorren“ herausmodelliert, verschwindet dann unter der O.S.M. des Emerbergs und läßt sich bei Baach im Querprofil des Aachtals besonders eindrucksvoll feststellen (N : Prälatenweg, W.J./O.S.M. 670 m NN; Leherholz 655 m NN; Sandgrube „Wasen“, W.J./Gr.Sch. 545 m NN : S).

**Teutschbuch:** Auf der rechten Seite des Aachtals keilen die K. und Gr.Sch. an W.J. ζ des Schloßbergs aus. Diese Juraschwelle sei auch hier mit einigen Zahlen belegt: Schanzberg südlich 638,8, W.J./O.S.M. 655 m NN; Steighalde W.J. ζ/O.S.M. 650—655 m NN; Schloßberg W.J. ζ/K.Sch. 602 m NN; Spitzäcker W.J. ζ/Gr.Sch. 570 m NN; Sandgrube Attenhöfen, W.J. ζ/Gr.Sch.

565 m NN; Sandgrube Heidenösch, U.S.M./Gr.Sch. 571 m NN. Nach SW taucht sie erst wieder im Bibertal bei Langenenslingen unter der O.S.M. über Tag auf. Der W.J. ζ, südlich Friedingen (nördlich „21") noch 719 m hoch, fällt dort wieder stufenartig bis, südlich Revierbezeichnung „15", zu 616 m NN herab, wo K.Sch. ihm unmittelbar aufliegen.

**Sigmaringen:** Zwischen Langenenslingen und Engelswies wurde alles Tertiär im Bereich der alten Hangstufe entfernt, der Jurauntergrund heraus-, aber auch umgearbeitet. Begnügt man sich nicht, die beiden Flügel miteinander zu verbinden, so kann man doch noch ungefähr im heutigen Jurarelief die alte Schwelle wieder erkennen. Zu ihr gehört: „Betzenhart", „Sulzhau", „Salzbühl", „Schellenfeld", „Sieben Kriesbäume". Auch die Höhe östlich Vilsingen ist ein Teil davon. Sie erhebt sich bis 695 m, während davor bei Pault die Gr.Sch. bei 625 m auf W.J. ζ liegen.

**Sigmaringen—Hegau:** Unmittelbar nordwestlich der Gr.Sch. von Engelwies und Rohrdorf steigt der Jura um etwa 30—60 m zu den Bohnerzhochflächen von Langenhart an. Sehr deutlich morphologisch erkennbar zieht diese Juraschwelle als „Benzenberg", „Ebene Öde", „Rengenberg", „Bändlehau", „Espen", „Hahnenbohl" über Rohrdorf, Heudorf, Bietingen und Unterschwandorf. Es ist dies ein Höhenzug, welcher von Teike (1921, S. 20) für eine alte Küstenlinie gehalten wurde. Dieser Nordrand des Verbreitungsgebiets kann weiter verfolgt werden im Höhenzug der „Homburg" bis zum Wasserburger Tal, als „Gerstenhau", „Ziegelhau", „Ernsthofen" bis nach Engen im Hegau. Westlich Engen verschwindet er unter der mächtigen O.S.M. und kommt nur im Verhalten des Jurauntergrundes zwischen Anselfingen und Zimmerholz zum Ausdruck: Kapf b. Zimmerholz W.J. ζ/M.M. 660 m, Anselfingen W.J. ζ/**Gr.Sch.** 550 m NN.

**Reyath:** Morphologisch besonders eindrucksvoll tritt der Nordrand auf dem Reyath wieder zutage. Schalch nahm deshalb eine Verwerfung an, die er aber, wie er selbst schreibt, nicht nachweisen konnte (1916, S. 115). Die Geländestufe setzt sich nach SW fort als „Langenacker", „Auf der Linde", „Großer Wasen", „Bräunlingsbuck", „Hägliloh", „Winkelacker", „Dunkelhauli", „Kornberg" bis nördlich Löhningen. Vielleicht gehört der „Nappberg" auf der anderen Seite des alten Rheintals Schaffhausen—Neunkirch hierher.

Es bleibt noch zu untersuchen, ob auch auf der ganzen Strecke der Verlauf tektonisch angelegt ist. Die exakte Feststellung muß bei der besonderen Art der Stratigraphie des oberen Weißen Jura Spezialarbeiten vorbehalten bleiben. Immerhin gibt es schon jetzt einige Anhaltspunkte, nach welchen eine Fortsetzung der Flexur nach SW recht wahrscheinlich ist. Wir finden z. B., daß die fast schnurgerade verlaufende Geländestufe unmittelbar in der Verlängerung der Schmiechtalflexur verläuft; wir sehen bei Göhringer (Deecke 1926, S. 27), daß der Nordgrenze bei Engelswies und Rohrdorf ein Jurasattel, der vielleicht in eine Flexur umgedeutet werden könnte, entspricht. Wir kennen die Abhängigkeit

des Nordrandes von einer Steigerung des Schichtfallens aus der Umgebung von Schaffhausen, sobald eine Spezialkartierung durchgeführt ist! Dort zieht nach den Aufnahmen von Schalch östlich Hemmenthal in Richtung und Bereich der Flexur auch eine 10 m hohe Verwerfung hindurch. Selbst noch auf Blatt Grießen und Lienheim setzt sich die Flexur fort.

Fallen der Grenze W.J. $\beta$ gegen W.J. $\gamma$ nach den Aufnahmen von Schalch auf Blatt Wiechs—Schaffhausen.

1. Auf einer Linie Ettenberg—Barmenhalde in Richtung S 45 O

| | | |
|---|---|---|
| Ettenberg—Buchsteig | 3,1 km | 3,8 % |
| Buchsteig—Wallendöllendobel | 0,6 km | 6,6 % |
| Wallendöllendobel—ob dem Scherenstieg | 0,4 km | 10,0 % |
| ob dem Scherenstieg—Freudental | 0,8 km | 4,8 % |

2. Auf einer Linie: Schleitheimer Randenturm zum Biberich in S 50 O

| | | |
|---|---|---|
| Schleitheimer Randenturm—Himmelreichhau | 2,85 km | 3,5 % |
| Himmelreichhau—Holzhalde | 1,2 km | 6,6 % |
| Holzhalde—Biberich | 0,5 km | 4,0 % |

### Das Alter der Albsüdrandflexur.

Die Flexur begrenzt das Verbreitungsgebiet der Gr.Sch. gegen NW. Sie braucht aber deswegen noch nicht vor Ablagerungen dieser Sedimente entstanden zu sein. Diese könnten, älter als die Flexur, auf dem hochgelegenen und deshalb stärker exponierten Flügel ausgeräumt worden sein. Nach den Aufnahmen von Hildenbrand liegen sogar noch vereinzelte Flecken der Gr.Sch. bei Altsteußlingen, Mundingen und Upflamör nördlich der Flexur. Schad (1908, S. 266) und Schwarz (1913, S. 12) stellen diese Vorkommen zur O.S.M. Ihre Eingliederung ist für die Deutung der Gr.Sch. von großer Wichtigkeit. Es wurde deshalb erneut an Hand der Aufnahmenotizen und der im Tübinger Geologischen Institut aufbewahrten Belegstücke Hildenbrand's Sanden und Altersbegründung nachgespürt. In allen drei Fällen ist eine Zuweisung zur M.M. oder gar den Gr.Sch. ganz bestimmt abzulehnen.

Die graugrünen Quarzglimmersande bei Altsteußlingen hält Hildenbrand für Gr.Sch., weil er darüber liegende „Kreidemergel" in die K.Sch. einordnen zu müssen glaubt. „Aber man sucht vergeblich nach Brackwassermuscheln."

Die Belegstücke der „Meeresmolasse" von Mundingen und der „wahrscheinlich zur M.M. gehörigen" Sande von Upflamör sind graugrüne, kalkreiche, bunte Quarzglimmersandsteine, welche wie die Sande von Altsteußlingen nichts mit den Gr.Sch. gemein haben. „Grobe Quarzkörner auf den Äckern könnten auch durch Bauschutt usw. dorthin gekommen sein."

Von ausschlaggebender Bedeutung ist aber die Beobachtung, daß die Mächtigkeit der U.S.M. von N wie von S gegen die Flexur hin abnimmt. Eine diesen Wechsel zeigende Mächtigkeitsreihe hat Moos (1924, S. 180) vom östlichen Hochsträß gegeben. Weitere Beispiele, auch aus anderen Gebieten, sind im folgenden zusammengestellt.

Mächtigkeit der U.S.M. in Profilreihen quer zur Albsüdrandflexur (Richtung NW—SO).

1. Etwas südwestlich Ulm:
   „Mark"—„Sallersteige" nördlich Wippingen . . . . . 0 m
   Oberherrlingen, W.J.-Pliocän 580—627 m . . . . . 47 m
   Arnegger Tal—Ermingen, W.J.-M.M. 560—628 m . . . . . 68 m
   Steingrube nordwestlich Einsingen, W.J.-**Gr.Sch.** . . . . . **0** m
   Lachenhau, W.J.-Gr.Sch. 490—515 m . . . . . 22 m
   Stbr. östlich Einsingen, W.J.-**Gr.Sch.** 494—515 m . . . . 21 m

2. Linke Schmiechtalseite:
   Hohegert bei Steinefeld, W.J.-Denudationshöhe, 550—677 m 27 m
   Staudach bei Altheim, W.J.-Denudationshöhe, 602—627 m . 25 m
   Platz bei Altheim, W.J.-K.Sch., 580—600 m . . . . . 20 m
   Häulesberg, südlich km, W.J.-**Gr.Sch.** . . . . . **0** m
   Hohlweg an der Ostseite des Häulesberg, W.J.-Gr.Sch., 569—575 m . . . . . 6 m
   Hausen—Happental, W.J./Gr.Sch., 563—584 m . . . . . 21 m
   Kaiser Wilhelmsturm Ehingen, W.J.-Denudationshöhe, 500 bis 550 m . . . . . 50 m
   Tiefbohrung Ochsenhausen . . . . . mehr als 270 m

3. Wasserburger Tal, südöstlich des Witthoh:
   Ragerhof, W.J.-O.S.M., 595—600 m . . . . . 5 m
   Wasserburger Hof, W.J.-**Gr.Sch.** . . . . . **0** m
   Reuthe, westlich Kau, W.J.-Gr.Sch., 620—630 m . . . . . 10 m
   Dollenäcker, W.J.-Gr.Sch., 610—630 m . . . . . 20 m
   Hoppentenzell (n. Gutmann 1911, S. 480) . . . . . 50 m
   Zizenhausen (n. Gutmann 1911, S. 480) . . . . . etwa 100 m

Die Hangendgrenzfläche der U.S.M. zeigt eine bedeutendere Gefällssteigerung, als sie an der gleichen Stelle die Liegendfläche infolge der Flexur erfährt. Ferner wurde festgestellt, daß an dieser Gefällsstufe die Gr.Sch. auskeilen, die nächst jüngeren K.Sch. noch etwas über die Gr.Sch. nach NW hinausreichend dem Untergrund aus U.S.M. oder Weißem Jura unmittelbar aufliegen. Die Verknüpfung der Flexur mit der Abnahme der U.S.M.-Mächtigkeit läßt nur eine Deutung zu. Zur Zeit der Ablagerung der Gr.Sch. war die Flexur vorhanden und bestimmte die Nordwestgrenze des

Verbreitungsgebiets. Die Strömung, welche die Gr.Sch. herbeitransportiert und sedimentiert hat, verminderte zuerst durch Ausräumung die Mächtigkeit der U.S.M. (und M.M.) besonders in der Nähe der Flexur und verstärkte so morphologisch die Gefällstufe.

Diese Ausräumung kann auch stratigraphisch belegt werden. Nördlich wie südlich der Flexur ist im Schmiechtal die aquitane Süßwassermolasse entwickelt. Nur in unmittelbarem Bereich der Stufe fehlt sie, so daß hier die Gr.Sch. Weißem Jura oder chattischer Molasse aufliegen.

„Daß im abgesunkenen Flügel einer Verwerfung mächtige Sedimentmassen entfernt wurden, während sie im stehengebliebenen, den Kräften der Verwitterung und Erosion viel mehr ausgesetzten Flügel erhalten, blieben" spricht nach Moos (1924, S. 223) gegen die tektonische Anlage. Man braucht sich nur vorzustellen, daß die Albsüdrandflexur die Denudation zwar in bestimmte Bahnen lenkte, nicht aber imstande war, die durch eine weiter gespannte Hebung und Schiefstellung ausgelöste Reliefenergie zu kompensieren, so wird man in der Ausräumung im Bereich der Gr.Sch. nichts Ungewöhnliches erblicken. Die Flexur entstand nicht etwa durch ein Absinken des Südflügels, sondern der Albsüdrand blieb gegenüber der Alb bei einer allgemeinen Aufwärtsbewegung etwas zurück, ein Vorgang, der mit der Regression des Meeres zusammenfiel. In der M.M. selbst kommt die Abbiegung nicht zum Ausdruck; sie ist jünger.

### Die Südostgrenze des Verbreitungsgebiets.

Wir sehen die Gr.Sch. nach SO weder auskeilen noch in eine andere Fazies übergehen. Sie streichen entweder über Tag aus oder verschwinden unter diluvialer Überdeckung.

Entlang des Nordrandes liegt die Basis der Gr.Sch. bis zu 120 m unter der Liegendfläche der M.M. unmittelbar nördlich der Flexur. Es werden im folgenden Beispiele genannt, die zeigen sollen, wie die Gr.Sch. auch tiefer liegen als südöstlich gelegene Denudationsreste der M.M.

| | Liegendgrenze der Gr. Sch. | Höhen, welche die M.M. im Süden noch erreicht |
|---|---|---|
| 1. | | |
| | nördlich Uigendorf . . 575 m | |
| | bei Göffingen . . . 570—580 m | Uttenweiler bis mindestens 615 m |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. | | | |
| Paulterhof . . . . . | 625 m | Habstal/Magenbuch bis | 636 m |
| | | Pfullendorf/Junghof „ | 650 m |
| | | Brunnhausen . . . . . | 660 m |
| 3. | | | |
| | | Rengetsweiler bis | 675 m |
| Meßkirch . . . . . | 535 m | Sentenhart | 660 m |
| (Hauptbühl-Aspenbach) | | Kühnberg „ | 656 m |

Die Differenzen fallen um so mehr ins Gewicht, als die Zahlen der M.M. nicht die ausgeräumten jüngsten Schichten berücksichtigt. Moos (1924) hat in gleicher Weise die K.Sch. von Hüttisheim mit der M.M. von Baltringen verglichen. Man könnte einwenden, daß an der tiefen Lage der K.Sch. dort nur ein allgemeines Schichtfallen gegen die Iller zu schuldig sei, südöstlich Hüttisheim aber die M.M. sicher tiefer zu liegen kommt als die Gr. und K.Sch. der Holzstöcke. Um Fehlerquellen querstreichender Tektonik möglichst auszuschalten, wurden einer Höhenangabe eine ganze Reihe in Richtung NO angeordneter Vorkommen der Gegenseite gegenübergestellt.

Dieses Verhalten ist um so auffallender, da im Obermiocän noch ein bedeutendes Absinken des Beckeninnern stattgefunden hat, die M.M. also sicher während der Sedimentation der Gr.Sch., bezogen auf deren Liegendgrenze, höher gelegen hatte, als es heute der Fall ist. Wir schließen dies auch daraus, daß, wo im S die M.M. von jüngeren miocänen Sedimenten bedeckt ist, es Ablagerungen der O.S.M., in geringem Umfang K.Sch. sind. Die Gr.Sch. sind inzwischen ausgekeilt, nach der Lagerung wohl an einer Hangstufe aus U.S.M. und M.M.

Wo verlief etwa dieser Südrand? Verfolgt man das Auftreten der M.M. gegen das Beckeninnere, so fällt auf, daß diese gleichmäßig von einer Linie an einsetzt, welche der Albsüdrandflexur etwa parallel verläuft. Diese Erscheinung kann am einfachsten damit erklärt werden, daß die südliche Hangstufe zwar infolge jüngerer Ausräumung weitgehend zerstückelt und erniedrigt, frontal aber nur wenig nach SO zurückgedrängt wurde. Gestützt wird diese Auffassung noch dadurch, daß in der Fortsetzung dieses „Südrandes" bei Hüttisheim (südlich Ulm) die sonst über den Gr.Sch. liegenden K.Sch. unmittelbar der U.S.M. auflagern (Probst 1868, S. 183; 1871, S. 112; Bach und eigene Aufnahmen, s. S. 311). Die Gr.Sch. sind demnach hier nach SO bereits ausgekeilt und die K.Sch., wie es auch am Nordrand beobachtet wird, noch etwas darüber hinaus auf U.S.M. transgrediert. Hier ist also wenigstens ein Punkt des Südrandes sicher gegeben. Die Fortsetzung verläuft nach dem Verhalten der M.M. etwa über Untersulmetingen—

Uttenweiler—Dürmentingen—Hohentengen—Bittelschies—Sauldorf—Zoznegg—Orsingen nach Singen i. Hegau.

Hinter dieser durch das Einsetzen der M.M. ausgezeichneten Linie wurde schon früher eine besondere Bedeutung gesucht. Berz (1915, S. 297) hielt den Abschnitt zwischen Schemmerberg und Willenhofen für eine alte Küstenlinie, ebenso Miller (1876, S. 192) von Ulm bis Schaffhausen.

Wie weit auch der Südrand tektonisch angelegt worden ist, wurde noch zu wenig untersucht. Nach Teike (1923, S. 425) zieht südlich in etwa 6 km Entfernung dem Rand eine flache Sattelaufbiegung und nach Schmidle (1918 a und b, 1924) einige Verwerfungen parallel.

## Die Graupensandrinne.

Die rinnenartige Lagerung der Gr.Sch. hat Moos (1924) zuerst richtig erkannt und gewertet. Der Verlauf der beiden Ränder ist jedoch z. T. erheblich anders, als es Moos angenommen hat. So ist für die Entstehungsgeschichte nicht unwesentlich, daß eine trompetenförmige Erweiterung der Rinne nach NO nicht beobachtet werden kann. Die Rinnenbreite nimmt auf der Strecke Ulm—Schaffhausen zuerst zu bis zu einem Maximum in der Gegend von Zwiefalten, dann ab bis zu einem Minimum auf der Höhe von Hoppentenzell, um erst wieder im Hegau die Größenordnung der Ulmer Gegend zu erreichen.

**Breite** der Graupensandrinne:

| | | |
|---|---|---|
| Zwischen | Eggingen und Hüttisheim | 10,6 km |
| „ | Emeringen und Uttenweiler | 13,0 km |
| „ | Engelswies und Bittelschies | 8,4 km |
| „ | Unt. Schwandorf und Zoznegg | 8,0 km |
| „ | Engen und Friedingen | 10,8 km |

**Der Untergrund:**

Mit Ausnahme der kurzen Strecke zwischen Elchingen/Thalfingen—Ulm—Ehingen besteht der Nordrand der Rinne und ein bis 2 km breiter daran anschließender Streifen aus oberem Weißem Jura ($\zeta$ von Ulm bis zum Hegau, südwestlich davon auch „$\varepsilon$“, dann $\delta$); den übrigen größeren Teil nimmt die U.S.M., sowohl *Ramondi*- wie *Subrugulosa*-Stufe, die M.M. aber nur den Südrand ein. Diese Verteilung hängt, außer von der ursprünglichen Verbreitung der U.S.M. zu Ende der Burdigaliums, im wesentlichen von der Größe der Ausräumung innerhalb der Rinne ab.

**Das Relief der Rinne:**

Die Liegendfläche der Gr.Sch. ist nicht eben. Schad (1908, S.264), wie Moos (1924, S. 209) haben die Unterschiede tektonisch gedeutet. Man muß aber damit rechnen, daß allein durch die Ausräumung der wenig widerstandsfähigen U.S.M. die Höhenlage sich ändern kann. So zeigt die Isohypsenkarte der Liegendfläche, durch Ankartierung der Blätter Ulm und Schelkingen gewonnen, zwischen Ulm und Ehingen eine entlang des Nordrandes der Rinne und von ihm nur etwa 1 km entfernt verlaufende Tiefenlinie, deren Erklärung durch randliche Strömung keine Schwierigkeit bereiten würde.

Liegendgrenze der Gr. Sch. auf Blatt Ulm auf Linien senkrecht zur Graupensandrinne (SSO—NNW):

| | | |
|---|---|---|
| 1. | Östlich Wernau | 527 m NN |
| | Einsingen—Lachenhau | 512 m NN |
| | Tüssen | 508 m NN |
| 2. | Ziegelei Erbach | 518 m NN |
| | Einsingen—Marxweiler | 505 m NN |
| | Steingrube | 517 m NN |
| | Südlich Gaukler | 512 m NN |
| 3. | „Linde“ | 521—522 m NN |
| | Brand | 518 m NN |
| | Ristberg | 516—517 m NN |
| 4. | Schellenberg (Erbach) | 530 m NN |
| | Bacher Loch | 526 m NN |
| | Maxhof | 520 m NN |
| | Stbr. westlich Maxhof | 516 m NN |
| 5. | Dicknöter (Donaurieden) | 540 m NN |
| | Lgr. Bach | 535 m NN |
| | Reinhau | 530 m NN |
| | Hasenberg | 525 m NN |

Schad's (1908) Schichtfallen ist Schüttungs- und kein tektonisches Fallen (s. S. 294). Der „Schollenabbruch“ zwischen Pfraunstetten und Ringingen beruht auf irrtümlichen Höhenbestimmungen (Gr.Sch. bei Ringingen bis 565/570, bei Pfraunstetten bis 570 m). Die Verwerfungen und Abbrüche längs des Hochsträß harren noch der genauen Beschreibung. Die Schollentektonik von Moos wird wohl richtiger durch das Bild eines primären Ausräumungsreliefs der Liegendfläche ersetzt.

Eine Tiefenlinie entlang des nördlichen Rinnenrandes hat offensichtlich auch im Hochberg—Emerberg—Teutschbuch-Gebiet bestanden (s. S. 284).

**Sedimentationswechsel innerhalb der Grimmelfinger Schichten.**

Durchgehende wohlbegrenzte Horizonte gibt es nicht. Nur für kleinere Gebiete besteht eine gewisse Konstanz der Ausbildung.

**Ulmer Gebiet:**

Allgemein wird in der Hangendzone, an der Grenze gegen die K.Sch., das Fehlen grober Sande und Kiese festgestellt. Diese Abnahme der Korngröße nach oben zeigen schon die Tiefbohrungen von Dillingen, Gundelfingen, Niederstotzingen, aber auch das übrige Ulmer Verbreitungsgebiet sehr deutlich (Profil Nr. 12; Moos 1924, S. 211).

Schad (1908 S. 267, 270, 272) nennt derartige Schichtfolgen von Hausen o. A., von Lauterach. Es ist deshalb um so unverständlicher, wenn er zusammenfassend bemerkt: „Außerdem liegen die Bänke mit groben Sanden, wo immer beide Formen entwickelt sind, über den feinen Sanden." So oft die Hangendgrenze der Gr.Sch. zugänglich war, fand ich das Gegenteil bestätigt (vgl. Miller 1871, S. 280).

Zu diesem vertikalen Wechsel:

mehr oder weniger mächtige feine Sande und Tonsande

Kiese, grobe und feine Sande, Tonsande

kann offenbar auch in der Horizontalen eine gewisse Regelmäßigkeit der Ausbildung treten. Als Beispiel diene das Südwestende des Ulmer Gebiets: Hochberg—Teutschbuch, zumal dann auch die besondere Ausbildung der K.Sch. dieser Zone verständlicher wird.

Im Anschluß an den Nordrand der Rinne zieht von Lauterach über Reichenstein bis Baach ein etwa 1 km breiter Streifen, in welchem grobkiesige Fazies besonders entwickelt ist (Sandgrube Kreuzhalde nördlich Lauterach, Graupensande der Nordflanke des Hochbergs, Sandgrube Reichenstein, „Froschäcker", nördlich Emeringen, Flur Wasen bei Baach, südöstlich Armenhaus Baach). An ihre Stelle treten gegen das Innere der Rinne (Südostseite des Hochbergs und Emerbergs) feine Sande mit nur ganz gelegentlichen Grobsandeinlagen. Beide Faziesgebiete sind am Hochberg und Osthang des Emerbergs unscharf getrennt durch eine schmale Zone mit verminderter Mächtigkeit der Gr.Sch., so daß hier vereinzelt

auf Jura unmittelbar die O.S.M. zu liegen scheint (z. B. sicher zwischen Talheim und den Froschäckern; auch auf der linken Seite der Talmulde von Emeringen). Diese Differenzierung weist auf verschieden starke Transportströmungen hin. Letztere waren stärker unmittelbar entlang des Rinnenrandes. Eine besondere Stromlinie, Tiefenlinie, bestand dort ebenso, wie am Hochsträß.

**Sigmaringer Gebiet:**

Es hat den Anschein, als ob jetzt die feinen Sande die kiesige Fazies fast ganz verdrängt hätten. Reutlingendorf, Bussen, Österberg sind jedoch dem Südrand der Rinne viel mehr genähert als sämtliche Vorkommen des Ulmer Gebiets. Kann nicht ganz allgemein die Mitte und der Südrand der Rinne von feinkörnigen Sedimenten ausgefüllt worden sein? Wir haben im Ulmer Gebiet eine Tiefenlinie entlang des Nordrandes der Rinne erkannt, die Trennung in eine nördliche grobe und südliche feine Fazieszone beim benachbarten Emerberg-Gebiet verfolgt. Es erscheint im Zusammenhang mit der tektonischen Anlage des nördlichen Rinnenrandes sehr wahrscheinlich, daß die Graupensandrinne assymetrisch gebaut, auch assymetrisch ausgefüllt wurde. Graupenkiese am Nordrand bei Baach deuten an, daß solche sehr wahrscheinlich auch unter der O.S.M. des Teutschbuch dem Randgebiet eigen sind. Schon beim Paulterhof etwas weiter im SW, ferner zwischen Heudorf und Engen begleiten typische Graupensande den Nordrand der Rinne.

Die vertikale Schichtfolge zeigt den gleichen Wechsel. In der Hangendzone fehlen grobe Sande und Kiese vollständig.

**Gebiet von Schaffhausen:**

Im Hegau und südwestlich davon hält die kiesige Fazies bis zur Hangendgrenze der Gr.Sch. an.

**Die petrographische Ausbildung der Grimmelfinger Schichten.**

Es kommen alle Glieder der Gesteinsreihe: feine Tone — feine sandige Tone — tonige Feinsande — feine Sande — grobe Sande — Kiese — grobe Schotter vor. Gemeinsam ist das Fehlen des Kalkes mit Ausnahme als grobe Geschiebe.

**Ton:** Von grüngrauer bis graubrauner Farbe führt er immer Glimmer und meist etwas feinsten Quarzsand. Vereinzelte, rundliche, rostbraun gefärbte Konkretionen zeigen teilweise noch den Schwefeleisenkern (Sandgrube Donautal). Die Mächtigkeit der Tone ist gering; häufig wechseln dünne Ton- mit dünnen Sandlagen in horizontaler Schichtung, oder die Tonlagen keilen in schräggeschichteten Partien schnell wieder aus.

**Feinsande:** Farbe gelbbraun bis lichtgrau. Zusammensetzung überwiegend eckige, trübe, seltener glasklare Quarzkörner; häufig hellgelbe Feldspattrümmer; nicht selten heller Glimmer, Chlorit; ferner Trümmer der aus den Kiesen genannten Kieselgesteine.

**Grobe Sande und Kiese:** Dillinger Gebiet.

Die Farbe aller Gr.Sch. aus den Tiefbohrungen ist graublau, aus den Gebieten, wo sie oberflächlich ausstreichen, dagegen gelbbraun bis weißgrau. Der Unterschied (Fragestellung von Zenetti 1929, S. 85) ist stratigraphisch bedeutungslos. In den Proben, welche aus größerer Tiefe stammen, ist, fein verteilt oder in unregelmäßigen, körnigen Aggregaten konzentriert, unzersetztes Schwefeleisen reichlich enthalten. In den oberflächlichen Lagen der Ulmer Gegend wurde dagegen dieses Schwefeleisen fast durchweg oxydiert, das Sediment gebräunt.

Die Hauptmasse der Sandkörner aus der Tiefbohrung bei der Städtischen Zentrale Dillingen besteht aus mattweißem, selten glasklarem Quarz, der, je kleiner der Durchmesser des Korns, desto weniger gerundet ist. Nicht selten sind rötliche Trümmer. Weiß bis lichtgelber Feldspat wechselt sehr in seiner Häufigkeit, ist aber nach Quarz das bezeichnendste Mineral. Glimmer: silberweiß bis dunkelgrün. Glaukonit: ganz vereinzelt und selten. Bohnerz: einzelne eingeschwemmte Körner. Kieselgesteine: wie bei Ulm.

Ulmer Gebiet: Grobe Kiese sind besonders in den Gruben von Grimmelfingen Ost, Einsingen „B.K.", Ringingen, Pfraunstetten, Donaurieden, Altheim und Hausen o. A. aufgeschlossen. Die groben Komponenten sind nicht vollständig gerollt, meist nur kantengerundet. Die Kieselgesteine zeigen häufig Politur und eine Kiesel- oder Verwitterungsrinde.

Am zahlreichsten sind die Geschiebe aus derbem Quarz, besonders hellgraue, schmutzig weiße und hellgelb getonte, seltener dunkelgraue und grüngraue Varietäten. Einzelne Quarze waren von der Oberfläche her weitgehend zerfressen und durchhöhlt. Maximaldurchmesser bis zu 3,5 cm.

An zweiter Stelle kommt ein lichtgelber Orthoklas. Seine Häufigkeit verleiht frischen Grimmelfinger Sanden einen deutlichen gelben Schimmer. Besonders auffallend ist die Korngröße. Durchmesser von 2—3 cm sind nicht allzu selten. Die Form der Stücke ist meist kantig, bedingt durch die Spaltflächen, nur selten vollständig gerundet. Fast jeder größere Feldspat ist mit Quarz verwachsen, ganz vereinzelt auch mit einem schwarzen Glimmer. Quarz und Feldspat zeigen Implikationsgefüge.

Durch besonderen Habitus und sich leicht abhebende Färbung fallen schwarze, häufiger rauchgraue bis braungraue Kieselgesteine auf. Bei einem Maximaldurchmesser von etwa 4 cm ist ihre Form oft unregelmäßig, bizarr und wenig gerollt. Sie zeigen, im Innern porös, fast immer noch Organismenstruktur. Am häufigsten sind Spongiennadeln (körperlich oder als Hohlraum). Einzelne Hornsteine gaben neben der Schwammstruktur noch ganz deutlich die ursprüngliche becherförmige oder zylindrische Gestalt des Spongienindividuums zu erkennen. Rhynchonellen, Seeigelstacheln und -asseln, Apiokrinitenstiele, Astarte, Exogyra lassen sich bisweilen, andere Organismenreste aber noch nicht bestimmen.

Vereinzelt findet sich überall weißer bis grauer Quarzit, ferner weißer bis graublauer Glimmerquarzit und auch verkieselter, oft gut geschichteter Sandstein. Besonders fällt ein schwarzer bis braunschwarzer Kieselschiefer mit weißen Quarzadern auf. Einzelne Geschiebe werden als Porphyr, Karneol, Glimmerschiefer gedeutet.

Hegau: Ganz dieselbe Zusammensetzung der Graupensande fand Schalch (1895, S. 201) bei Anselfingen im Hegau.

Reyath: Am meisten überraschen die zahlreichen, großen Geschiebe alpiner Abstammung, welche in Lagen oder Schmitzen den Graupensanden beigesellt sind. Nach der genauen Analyse von Schalch (1914, S. 710; Berz 1915, S. 329) ist das Kristallin unter anderem besonders durch die in Molasse und Flysch immer wieder auffallenden roten Granite und Porphyre vertreten, das Perm durch Verrucano, ferner die alpine Trias und der Flysch.

Riedern: Auch hier sind zahlreiche Geröllschmitzen eingelagert: verschiedene Granite, Gneise, Porphyre; ferner Quarze, Quarzite, Hornsteine und besonders reichlich unter den Sedimentgesteinen Muschelkalk (Trochitenkalk), Dogger (Personatensandstein), Malmkalke (z. T. wenig gerundet) und unbestimmbare Sandsteine.

Benken: Noch mannigfaltiger ist die Zusammensetzung bei Benken. Es überwiegen unter den Geröllen alpine Gesteine, wie sie vom Reyath und von Riedern genannt wurden. Daneben sind aber auch Dogger- und Malmkalkgerölle nicht selten. Der Grobsand besteht stellenweise fast nur aus reingewaschenen Quarzkörnern; Feldspat und Glimmer treten zurück.

(Fortsetzung folgt.)

### Flußrinne oder Meeresenge?

Über die rinnenförmige Lagerung kann kein Zweifel mehr bestehen. Man möchte nur wünschen, daß wir auch über die formgebenden Kräfte, das Ablagerungsmedium und die paläogeographische Verknüpfung ähnlich sicher Bescheid wissen. Die Deutung als Flußrinne ist bestechend einfach. Im Laufe der Aufnahme zeigte es sich jedoch bald, daß die Ereignisse ungleich verwickelter aufeinander folgten, als es Moos (1924) angenommen hat. Meeresenge oder Flußrinne? Die Wahl war und ist schwer. Entscheidet man sich dennoch, so geschieht dies unter ganz neuen Gesichtspunkten.

Mit Bestimmtheit erkennen wir aus Korngröße und Schichtung, daß die Gr.Sch. keine äolischen Sedimente sein können. Für eine weitere Faziesbeurteilung sind die Fossilinhalte von Bedeutung.

#### a) Die Fossilführung der Grimmelfinger Schichten.

Häufig sind nur Pflanzenreste. Braunschwarzen, unbestimmbaren kohligen Mulm gibt es bei näherem Zusehen fast in jedem Aufschluß (vgl. auch Moos 1924, S. 216; Schalch 1922, S. 82; 1883, S. 48). Seltener und nur auf die feinen Sande und Sandtone beschränkt sind dagegen deutlich erhaltene Abdrücke von Blättern. Wo die schon erwähnte feinkörnige Hangendzone der Gr.Sch. gut erschlossen war, führte sie auch reichlich diese Spuren.

Z. B.: alter Hohlweg im „Heldenlauh“ bei Ringingen; Baugrube einer Scheuer (Haus Nr. 108) in Ringingen; vorübergehende Aufschlüsse an der Dorfstraße in Hausen o. A. bei ca. 600 m; Sandgrube von Lauterach

(Schicht 5,4 und in den unteren 25 cm von 3 des Profils von Schad 1908, S. 270); Sandgrube der Jungviehweide Ehingen; ehem. Sandgrube am Weg Zwiefaltendorf—Emerberg; Sandgrube von Reutlingendorf; Sandgrube des Mammentals am Bussen; ehem. Zgigr. „Rißischberg" nördlich Rorgenwies (Prof. 21); ob. Sandgrube bei Flur „Kau", westlich Reuthe (Prof. Nr. 22); Gruben rechts und links der Straße auf „Rütenen" nördlich Lohn.

Wesentlich ist, daß diese Blattabdrücke auch in anderen Lagen der Gr.Sch. gefunden wurden, so z. B. in der Liegendzone bei Grimmelfingen (südlichste Sandgrube an der Straße zum Bahnhof).

Etwa die Hälfte der Funde bestehen aus Monocotylenresten: *Phragmites* (cfr. *oeningensis* Braun), *Poacites* (cfr. *laevis* Braun) oder ähnlichen Abdrücken (z. B. Heldenlauh, Ringingen, Hausen, Grimmelfingen). Die feinere Nervatur blieb nicht erhalten, so ist auch eine zuverlässige Bestimmung nicht möglich. Unter den Dicotylen scheint *Salix* (?) vorzuherrschen (Heldenlauh, Grimmelfingen, Ringingen, Lauterach). Unbestimmbare Reste gehören vielleicht zu *Cinnamomum* (Ringingen, Grimmelfingen, Lauterach, Lohn).

Lamellibranchier: Schwarz (1913, S. 14; Moos 1924, S. 216) erwähnt von Zwiefaltendorf ein Schloßfragment einer Perlmutterschale. Dies könnte auf *Unio* hindeuten. „Eine sichere Bestimmung ist aber nicht mehr möglich." Reiche Funde — Ostreen — lieferten erst die Gr.Sch. von Lohn bei Schaffhausen (Schalch 1881, S. 62; 1914, S. 724; 1916, S. 101). Die Austern zusammen mit Haifischzähnen stammen nicht, wie Moos (1926, S. 12) glaubt, aus dem Grubenabraum, sondern aus den Sanden selbst (Brunnengrabung nördlich „L", wo 630-Isohypse den Weg schneidet; Blatt Hilzingen 1 : 25 000). Ebenfalls Austern, vereinzelte Exemplare, lieferte die Grube von Riedern (Schalch 1922, S. 81). Es ist nur nicht sicher, ob die Stücke den liegenden Gr.Sch. entnommen wurden oder den hangenden, den K.Sch. äquivalenten Ablagerungen. Aus den Sanden von Benken konnte ich selbst Ostreen und *Pecten*-Stücke sammeln. Von dort wird auch eine Lima genannt.

Gastropoden: Aus der Probe 26,00—26,5 der Tiefbohrung Hofbräuhaus Dillingen (Prof. Nr. 8) konnte ich mehrfach Trümmer weißer Gastropodenschalen entnehmen. Einzelne durch Schwefeleisen mit Graupenkörnern fest verkittete Bruchstücke lassen erkennen, daß die Schalen nicht etwa durch spätere Verwechslung oder Vermischung in die Probe gelangt sind und sicher z. T. schon im Sediment zerbrochen lagen. Die acht vorhandenen, im günstigsten Fall die ersten zwei Umgänge zeigenden Exemplare gleichen mit

ihrem stumpfoval abgerundeten Profil, der außerordentlichen Dicke der mehrschichtigen Schale, der Verengung des Gehäusehohlraums durch weitere Schalenabsonderung bis zur gänzlichen Ausfüllung der ersten, ja zweiten Windung vollständig jugendlichen Individuen des bei Unterkirchberg so massenhaft vorkommenden *Viviparus suevicus* Wenz. Da mir auch eine nur ähnliche Form aus der Schwäbischen Molasse nicht bekannt ist, so stelle ich die Funde zu *V. suevicus* Wenz. (Foss. Cat. S. 2392). Der wichtige Fund stammt aus typischen Graupensanden.

*Vertebrata*: Bekannt sind die Funde von Haifischzähnen. Zwischen Ulm und dem Hegau treten sie nur vereinzelt auf. So erwähnen Miller (1871, S. 278) und Quenstedt (1872, S. 13) je einen *Oxyrhina*-Zahn aus der Sandgrube von Praunstetten, Dietrich und Moos (1924, S. 216) einige Schmelzkappen aus der Umgebung von Grimmelfingen. Auch Schad hat nach mündlicher Mitteilung Zähne in seinem Besitz. Ich selbst konnte nur eine Zahnwurzel den Graupensanden der Grube von Hausen o. A. entnehmen.

Reichere Funde verzeichnet Schalch (1895, S. 206; 1881, S. 62) aus den Sanden von Anselfingen im Hegau (4 Zähne) und des Reyath (sehr häufig Haifischzähne). Ganz gewöhnlich sind nach ihm auch die Selachierzähne in der Sandgrube von Riedern (vgl. Leriche 1928). Es kann natürlich jetzt nicht mehr entschieden werden, ob diese hauptsächlich aus den Gr.Sch. oder aus der jüngeren Überdeckung herstammen. Ich selbst fand sie nur in den oberen jüngeren Lagen der Grube (Profil Nr. 24).

Sehr gemein sind die Haifischzähne in den Gr.Sch. von Benken (Profil Nr. 25). Nach Leriche (1928) ist es der individuen- und artenreichste Fundplatz mariner Fischzähne der gesamten Schweizer Molasse überhaupt.

Säugetiere sind fast ganz auf den SW beschränkt. Nur aus der Grube von Lauterach nennt Moos (1926, S. 11) einen *Dicrocerus*-Rest.

Die zahlreichen Knochen und Zähne von Riedern und Benken gehören mit Ausnahme einiger Cetaceen- und Sirenidenreste von Benken und Sirenidenreste von Riedern eingeschwemmten Landsäugetieren an (Stehlin 1914; Klaehn 1924).

Der einfachste Weg der Faziesdeutung an Hand der überlieferten Organismen ist durch die Armut an „brauchbaren" Fossilien inner-

halb des größten Teils der Gr.Sch. versperrt. Sicher sind, wie schon Schalch 1881, Gutzwiller 1883 und Hug 1907 erkannt haben, die Sande von Benken marine Ablagerungen. Dafür bürgen die reichen Lamellibranchier-, Fisch- und die Cetaceenreste. Moos (1926, S. 13) versucht seine gegenteilig Auffassung mit der in ältere Tertiärschichten flußrinnenartige eingesenkten Lagerung der Sande von Benken zu begründen. Er stützt sich dabei auf Literaturdaten. Nur sind diese irrtümlich ausgewertet. Eine Ausräumungsdiskordanz zeigt erst die Hangendgrenze der Gr.Sch. Sowohl die Sande unter wie über dieser Diskordanz sind jedoch marin.

Weniger leicht kann der Faziescharakter der Gr.Sch. von Riedern bestimmt werden. Seiner Schrägschichtung nach könnte der Sand ins Grenz-, also Mündungsgebiet gehören. „Er ist ein Delta- oder Flußsediment nahe dem Ufer" (Deekce 1917, S. 470). Bei der Fossilaufsammlung wurde bisher nicht unterschieden zwischen den beiden verschieden alten, auch hier durch eine Diskordanz getrennten Lagen. In der unteren Schichtfolge (Profil Nr. 24) fand ich selbst keine marinen Fossilien, in der oberen Austerntrümmer, sehr gut erhaltene Haifischzähne *(Odontaspis crassidens* Ag.) und Knochenstücke. Um die mündungsnahe Fazies der liegenden Gr.Sch. zu zeigen, genügt aber auch die Überlagerung durch jüngere marine Schichten.

Die gleiche Faziesstellung nehmen die Sande von Lohn mit ihren zahlreichen Austern ein.

Ist so, vorsichtig ausgedrückt, bestimmt ein Teil der Gr. Sch. des Schaffhausener Gebiets marin, so steht doch für das Sigmaringer und Ulmer Gebiet die Frage noch offen. Vereinzelte Haifischzähne, die Gesamtzahl aller bisher im Ulmer Gebiet geborgener Stücke dürfte das erste Dutzend nicht überschreiten, sind von geringer Bedeutung, seitdem das Eindringen von Haifischen in Ströme von der Mündung her beobachtet wurde. Haifischzähne kommen ja auch in den fluviatilen *Suevicus*-Schichten vor (s. S. 309, 321 ff.). Selbst eine Aufarbeitung aus der M.M. muß in Betracht gezogen werden.

So viel ist gewiß: Ein nach NO entwässernder Fluß (Moos 1924) hat die Gr.Sch. nicht abgelagert. Wir können dafür als Arbeitshypothese einen nach SW fließenden Strom, der bei Schaffhausen in das Meer mündete, ein-

führen. Dann wäre verständlich, daß die marinen Lamellibranchier und Fische, die Meeressäuger nach NO schnell abnehmen und schon im Hegau bis auf wenige Selachierzähne ganz verschwunden sind. Es wäre deshalb zunächst zu untersuchen, ob nicht die Schrägschichtung oder die Geschiebeführung weitere Aufschlüsse über die Strömungsrichtung innerhalb der Rinne zu geben vermag.

**b) Die Strömungsrichtung innerhalb der Graupensandrinne.**

α) Schrägschichtung und Strömungsrichtung.

Die Gr.Sch. sind, von vereinzelten Schwefeleisenknollen abgesehen, mechanische Sedimente. Sie zeigen in der Regel Schichtung durch wechselnde Korngröße, treten aber auch in massiger, gleichförmiger Lagerung auf. Vorhandene Schichtflächen liegen in feineren Sedimenten meist mehr oder weniger horizontal, sonst aber als Schrägschichtung unter wechselnden Winkeln geneigt. Diese Neigung kann zurückgeführt werden auf eine tektonische Schiefstellung nach der Sedimentation, auf ein Anschmiegen des Sedimentes an eine geneigte Unterlage, auf eine einseitige durch die Strömung bedingte Zufuhr der Gesteinskomponenten oder auf das Zusammenwirken dieser Faktoren. Hier interessiert nur, wie weit die einseitige Zufuhr eindeutig erkannt und daraus die Strömungsrichtung abgelesen werden kann.

Zwei Typen der Schrägschichtung können wir innerhalb der Gr.Sch. vor allem unterscheiden.

Schrägschichtung Typus 1:

Das Schrägschichtpaket zeigt Mächtigkeiten von über 6 m mit einem Fallen von 20—30°. Eine solche Schüttung entsteht, wo eine transportierende Strömung unter plötzlicher Verlangsamung auf einen tieferen Sedimentationsraum trifft. Bei zwei der unten genannten Beispiele ist offenbar die randliche Tiefenlinie mit die Ursache der Schrägschichtung gewesen. Wie bei einer Deltabildung werden die Schrägschichten zugleich mit dem Vorrücken der Schüttung fast horizontal abgeschnitten und von waagrecht gelagerten Sedimenten bedeckt. Die Mächtigkeit des Schrägschichpakets ist zugleich ein Mindestmaß für die Wassertiefe zur Zeit der Sedimentation. Das Fallen der Schrägschichtung entspricht der Strömungsrichtung an dieser Stelle.

1. Sandgrube Grimmelfingen Ost, nordwestlich 519,8. Abb. Nr. 5.

Die Südwand der Grube zeigt 6,5 m mächtigen Graupenkies, der in gleichmäßigem Fallen von 28° nach S 50 W schräggeschichtet ist. Diese basale Folge wird oben scharf abgeschnitten von einem meist horizontal geschichteten, das Hangende der Grube vollends einnehmenden, groben Sand. In diesem Grobsand tritt wieder eine schräggeschichtete, als Typus 2, gering mächtigere Lage auf.

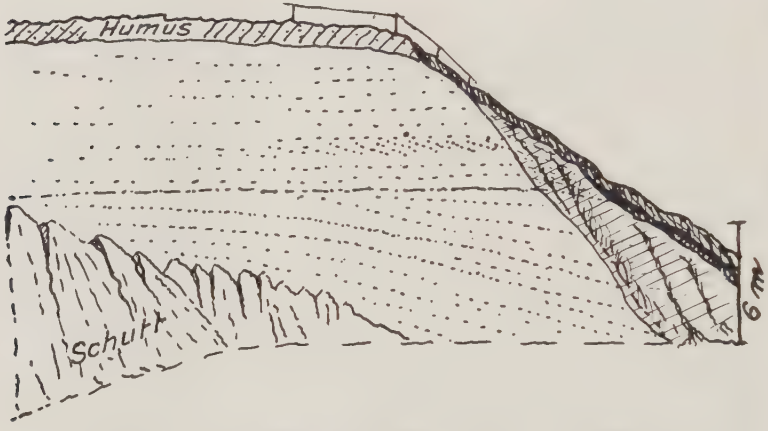



Abb. 5. Grimmelfinger Schichten. Sdgr. Grimmelfingen. Schrägschichtung Typus 1.

2. Sandgrube Eggingen Süd, westlich „Gaukler".

Ein 6 m mächtiger Schüttungskegel ist wieder bei Eggingen aufgeschlossen. Daß gerade für dieses Vorkommen Schad (1908, S. 265) eine tektonische Deutung der Schrägschichtung bevorzugt, ist wenig verständlich. Die Entscheidung ist erleichtert dadurch, daß sowohl im Liegenden wie im Hangenden mehr oder weniger horizontal gelagerte Sandpartien angeschnitten sind. Man müßte schon eine zweimalige, ruckartige, jeweils entgegengesetzte Bewegung konstruieren, um eine tektonische Lösung zu bekommen. Mindestmaß der Wassertiefe 6 m; Fallen der Schrägschichtung 20° nach S 10 W.

3. Sandgrube Riedern.

Dieser bekannte Aufschluß zeigt die Basis der Schrägrichtung nicht aufgeschlossen; letztere wird aber gegen oben von mehr horizontal gelagerten Sanden und Geröllbänken abgeschnitten und dürfte deshalb auch auf Schüttung zurückzuführen sein. Fallen 24° nach S 55 O.

Die Strömungsrichtung betrug demnach bei Grimmelfingen S 50 W, bei Eggingen S 10 W, bei Riedern S 55 O.

Schrägschichtung Typus 2:

Die Mächtigkeit der einzelnen Schrägschichtpakete ist erheblich geringer, in der Regel nicht größer als 0,5 m.

a) Diagonalschichtung (D): In einer diagonalgeschichteten Sandlage, welche in der Richtung des Schichtfallens von der Aufschlußwand geschnitten wird, verlaufen die einzelnen, durch gröberes Korn ausgezeichneten Schichten in sanft, gegen oben konkav geschwungenem Bogen; sie werden von der etwa horizontal, der Liegendfläche oft parallel verlaufenden hangenden Grenzlinie scharf abgeschnitten und haben auch hier ihr Maximalgefälle (20—35°),

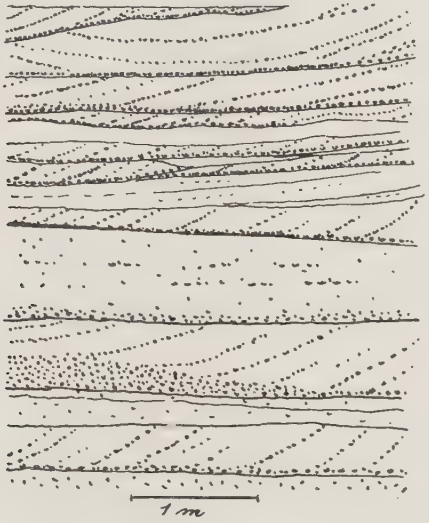



Abb. 6. Schrägschichtung der Grimmelfinger Schichten Sdgr. nördlich Emeringen.

während sie sich der Unterlage anschmiegen, hier zusammenfließen und einzeln nicht weiter verfolgt werden können (Abbildung Nr. 6).

Die Umgrenzung und äußere Form eines derartig geschichteten Sandpaketes kann nur roh bestimmt werden. In Richtung des D-Fallens wurde eine Ausdehnung von 9 m und darüber beobachtet. Die Gesamtmächtigkeit kann sich oft bis auf die Hälfte und darunter verringern und wieder anschwellen. Selten findet an beiden Seiten ein Ausklingen in fast horizontal gelagerte Sande statt. Häufig wird die D-Schichtung diskordant abgeschnitten oder der Aufschluß ist zu klein, um das Auskeilen überhaupt überblicken zu können. Senkrecht zum Fallen geschnitten verlaufen die Schichten meist etwas wellig. Die Liegendfläche ist häufig,

wenn auch sehr flach, konkav eingetieft. Die Ausdehnung der diagonalgeschichteten Sandpakete erscheint im Fallsinn gemessen mehrfach größer als senkrecht dazu. Die beigegebene Skizze einer Grubenwand (Abb. Nr. 7) zeigt besonders ausgeprägt die rinnenförmige Lagerung. In der Mitte stimmen Rinnenverlauf und Fallsinn der Schrägschichtung miteinander überein. An beiden Flügeln erzwingt die Rinnenform kleine Abweichungen des Fallens gegen die Rinnenmitte zu. Ganz offensichtlich stimmt hier das Gesamtfallen der D-Schichtung mit der durch die Rinne gegebenen Strömungsrichtung überein. Gilt dies auch für die übrige D-Schichtung?

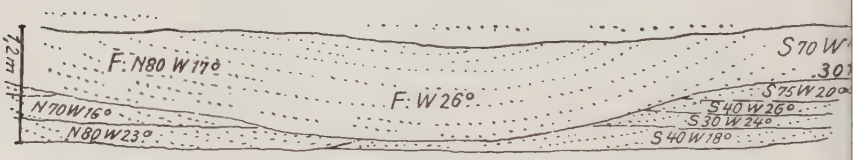



Abb. 7. Schrägschichtung der Grimmelfinger Schichten an einer N—S gerichteten Wand der Sdgr. nördlich Emeringen.

Für die diluvialen Sande und Kiese Oberschwabens ist die ehemalige Transportströmung meist bekannt. Stichproben ergaben, daß in ihnen das Fallen der Schrägschichtung weitgehend, fast vollständig, wenn es sich um größere Fallwinkel handelte, mit der Strömungsrichtung zusammenfällt. Es ist auch wenig wahrscheinlich, daß eine Strömung gegen einen Winkel von 20—35° „bergauf" sedimentiert, ohne ihn dabei abzuschwächen. Sedimentation unter einem Fallwinkel gegen die Strömung würde auch ein Aufwärtswandern der Flußbänke bedeuten. Dies findet jedoch in der Regel nicht statt. Es werden sogar genaue Zahlen angegeben für die Geschwindigkeit, mit der eine Geröll- oder Sandbank sich talabwärts bewegt (J. Walther 1894, Philippi 1912, Zahn 1913, Em. Kayser 1921, S. 479, C. W. Schmidt, S. 39). Das Sandkorn wird von der Strömung über die flach geneigte, stromauf gerichtete Seite der Bank hinaufgeschoben oder gerollt, über den Bankrücken transportiert und auf der erheblich steileren unteren Endfläche abgelagert. Die durch die wechselnde Transportkraft hier entstandene Schichtung schmiegt sich flußabwärts an den flacher werdenden Untergrund an, während das obere Ende der Schrägschichtung

durch die Strömung scharf abgeschnitten wird. Durch Verlagerung des Stromstriches, Wechsel von Hoch- und Niedrigwasser kann eben Sedimentiertes wieder aufgearbeitet werden.

Das von Muehlberger (Philippi 1912, S. 79) beobachtete Aufwärtswandern findet nach Kayser (1921, S. 478 ff.) nur bei niederem Wasserstand statt. Die Geschiebe werden nicht mehr über den, womöglich aus dem Wasser ragenden Rücken transportiert, sondern an der Seite und dem unteren Teil der Bänke losgerissen und am Oberende einer talwärts gelegenen Bank wieder abgelagert. Der Haupttransport im Fluß geschieht jedoch bei Hochwasser, so daß

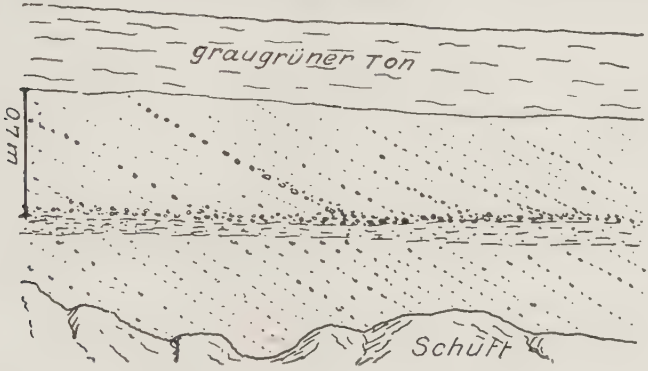



Abb. Nr. 8. Grimmelfinger Schichten, Sdgr. Donautal. Diagonalrepetitionsschichtung.

die Abwärtsbewegung der Bänke dominiert. Das Fossilwerden der Schrägschichtung während einer Senkungsperiode, wie sich in der Plombierung der Graupensandrinne anzeigt, wird dazu nur selten bei Niedrigwasser erfolgt sein. Die geschilderte Diagonalschichtung ist eine Kleinausgabe des Typus 1 der Schrägschichtung (vgl. C. W. Schmidt, S. 72).

b) Eine besondere Regelmäßigkeit der Aufschüttung kommt in der Diagonalrepetitionsschichtung (Dr) zum Ausdruck. Sehr deutlich zeigte diese Schichtung (Abb. Nr. 8) ein Aufschluß in der Sandgrube bei Donautal, besonders schön aber auch die Sandgrube von Pfraunstetten und Emeringen. Der Vorgang, welcher zur D-Schichtung führte, ist während der Aufschüttung wiederholt an derselben Stelle vor sich gegangen, so daß mehrere Stockwerke diagonalgeschichteter Sandbänke übereinander liegen, ein Bild, das mir auch aus der O.S.M. gut bekannt ist.

c) In den Sandgruben von Ringingen, Altheim, Hausen wurden die schräggeschichteten Lagen nur geringmächtig; sie keilen auch schnell wieder aus. Oft wurde ein Teil des eben Sedimentierten ausgeräumt, darüber oder unmittelbar daneben ein neues Schrägschichtenpaket abgelagert. Senkrecht zur allgemeinen Fallrichtung geschnitten zeigt sich eine unregelmäßige, wellige, einander überschneidende Schichtung. Sobald die Aufschlußwand aber etwas in die Fallrichtung einbiegt, wird auch der einheitliche Fallsinn der verschiedenen Schrägrichtungen sichtbar.

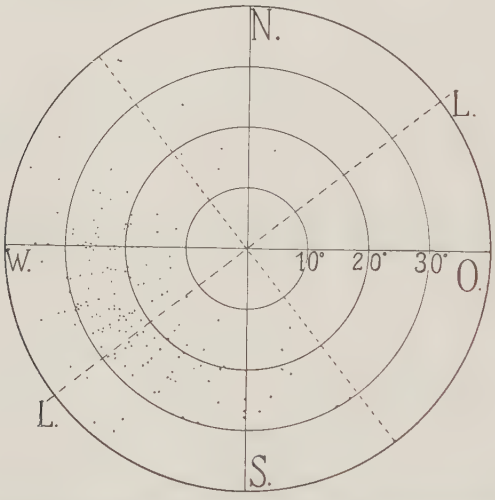



Abb. 9. Fallen der Schrägschichtung in den Grimmelfinger Schichten. L—L: Längserstreckung der Graupensandrinne.

Es genügt jedoch schon ein kleiner Unterschied des Fallsinns in zwei benachbarten Schrägschichtpaketen, um auf einer senkrecht zur Spitzwinkelhalbierenden dieser Fallrichtung verlaufenden Aufschlußwand ein einander entgegengesetztes Fallen der Schichtung erkennen zu lassen (Kreuzschichtung).

In allen der Untersuchung zugänglichen Gr.Sch. wurde die Schrägschichtung, besonders ihr Fallen, gemessen. Nimmt man die Richtung N 38 W—S 38 O, welche senkrecht auf der Längserstreckung der Graupenrandrinne steht, als Trennungslinie, so kommen dem Halbkreis N 38 W–O–S 38 O nur 3,0% der gemessenen Fallrichtungen der Schrägschichtpakete zu, die große Mehrzahl — 160 unter 165 — belegen den Halbkreis N 38 W—W S 38 O (Abb. Nr. 9).

Diese Einhelligkeit ist überraschend. Die Übereinstimmung im Fallen zeigt deutlich, daß auch in den geringmächtigen und wenig ausgedehnten Schrägschichtpaketen das Schichtfallen der Strömungsrichtung nahe kommt, daß zum mindesten die Abweichungsgröße unter einem Winkel von 90° verbleibt. Sie beweist andererseits eindeutig, daß die Strömung, welche die Rinne durchflossen hat und die Gr. Sch. sedimentierte, von NO nach SW gerichtet war.

*β*) Geschiebeherkunft und Strömungsrichtung.

Bei Riedern, südwestlich Schaffhausen, kann die Einmündung eines von N kommenden, Trias und Doggergeschiebe führenden Flusses unmittelbar festgestellt werden (s. S. 305). Von hier aus, vielleicht auch noch durch andere zwischen Reyath und Riedern einst mündende Nebenflüsse wurden die Gerölle dem Innern der Rinne z. B. dem Kohlfirst zugeführt, während solche nordöstlich davon, in den groben Geröllagen des Reyath, in den Graupensanden des Hegau, des Sigmaringer und Ulmer Gebiets vollständig fehlen.

Ähnlich verhalten sich die Gerölle alpiner Abstammung. Sie werden vom Reyath nach SW überall in Massen festgestellt. Aber schon im Hegau und weiter nach NW ist in den Gr.-Sch. kein einziges dieser Geschiebe mehr gefunden worden.

Mit der von Moos vertretenen Entwässerungsrichtung SW—NO lassen sich diese Beobachtungen nicht vereinbaren. Welche Selektion wäre imstande, auf die kurze Entfernung Riedern—Reyath die genannten groben Trias- und Juragerölle vollständig verschwinden, die alpinen Komponenten aber unbehelligt zu lassen? Wie wäre es weiter möglich, daß in der Strömungsrichtung eines Flusses eine große Zahl leicht kenntlicher (alpiner) Geschiebe verschwindet ohne jeden Übergang in verminderte Korngröße, wenn zugleich kein Raum für einen als Geschiebefänger dazwischen geschalteten See vorhanden ist?

Die Verteilung der Gerölle ist leicht verständlich bei Annahme einer SW gerichteten Strömungsrichtung, wenn wir bei Singen die Einmündung alpiner Geröllschüttung in Betracht ziehen und die Mündung des Seitenflusses aus NW bei Riedern berücksichtigen.

Schwieriger erscheint die Ableitung der typischen Graupensandkomponenten des Ulmer und Sigmaringer Gebiets.

Ein Teil, besonders der Quarz, wurde bisher als aufgearbeiteter M.M.-Sand angesehen. Berücksichtigt man aber auch die zahlreichen großen Pegmatitfeldspäte und die große Menge der Kieselgesteine, so befriedigt diese Erklärung (z. B. Fraas 1911, S. 539) allein nicht mehr. Gleichartige Komponenten sind in der M.M. im allgemeinen doch zu wenig verbreitet und ganz unverständlich wäre auch ein Anreicherungsprozeß dieser Kieselgesteine und des Feldspates auf Kosten des Quarzes.

Die Hornsteine mit Spongienstruktur nebst anderen Fossilresten sind Aufarbeitungsprodukte aus der Schwäbischen und Fränkischen Alb. Lehme, reich an solchen „Kieselknollen", sind heute noch auf der Alb überall zerstreut.

Über die Herkunft der übrigen Kieselgesteine vermag ein sehr glücklicher Fund einer verkieselten, aufgearbeiteten *Exogyra* aus der Graupensandgrube bei „B.K." nördlich Einsingen (südwestlich Ulm) weitere Aufschlüsse zu geben. Die *Exogyra* hat keine Ähnlichkeit mit einer der Arten des Schwäbischen oder Fränkischen Jura. Nach einer Mitteilung von Herrn P. Dorn (Erlangen. Nach einem zweiten Hinweis handelt es sich um *Exogyra conica Sow.)* stimmt sie aber sehr wohl überein mit Formen der fränkischen Kreide (Cenoman, vielleicht auch Unterer Turon). Das *Exogyra*-Geschiebe hatte also seine Heimat nordöstlich des Rieses und ist von dort nach SW transportiert worden. Sehr wahrscheinlich sind deshalb auch andere Bestandteile der Gr.Sch. von dort herzuleiten. Die fränkische Kreide und Albüberdeckung ist bekannt durch ihren hohen Gehalt an allothigenen wie authigenen Kieselgesteinen. So dürften auch Teile der gleichartigen Gr.Sch.-Komponenten von dorther kommen. Die Kreide- und Juraüberdeckung ihrerseits haben ihr Material aus der fränkischen Trias oder dem böhmisch-thüringischen Kristallin und Paläozoicum. Auch für die Gr.Sch. ist der Materialbezug auf dem Wege mehrfacher Umarbeitung (Trias s. P. Dorn 1926 — Kreide — Tertiär) oder sicher auch unmittelbar aus der Böhmischen Masse vor sich gegangen.

In die Graupensandrinne hat von N (Thüringer Wald, Fichtelgebirge) und von O ein Flußsystem gemündet, dessen Epigonen z. B. die Rezat und Altmühl sind (s. S. 307). Die Schotter dieser Flüsse sind reich an Kieselgesteinen und ihr Gehalt an Lydit verhalf ihnen z. T. sogar zur Bezeichnung Lyditschotter. Die Herkunft der Kieselgesteine, des Lydits, des Feldspats erscheint nicht

mehr problematisch. Ihre Ableitung steht im Einklang mit der SW gerichteten Strömungsrichtung. Zu den Komponenten, welche aus der benachbarten M.M. aufgearbeitet wurden, sind auch die vereinzelten Glaukonitkörner aus den Bohrproben von Dillingen zu rechnen. Ihr Fehlen im Ulmer Gebiet kann mit der weitgehenden Zersetzung der dort ausstreichenden Gr.Sch. begründet werden. In Süßwasserschichten umgelagerter Glaukonit, ja marine Foraminiferen, sind auch aus der O.S.M. des Bodenseegebiets bekannt geworden (Schmidle 1922, S. 3).

Das Rezatsystem könnte der Mittel- und Oberlauf eines Graupensandflusses gewesen sein. Es wäre aber verfrüht, wollte man nur auf Grund der Strömungsrichtung und der Marinfazies bei Schaffhausen eine Entscheidung Flußrinne oder Meeresenge treffen.

Wir müssen auch die Vorgeschichte der Rinne und ihr weiteres Schicksal in Betracht ziehen.

### c) Die Vorgeschichte der Graupensandrinne.

Es ist bekannt, daß die marine Küstenfazies zwischen Donauwörth und Ulm an verschiedenen Stellen (Heldenfingen, Heuchlingen, Lutzeier 1922, S. 131; Dischingen, Moos 1924, S. 196; Ziegelgrube nordöstlich Dornstadt) Lydite, Kieselgesteine und Pegmatitfeldspäte führt, welche den Komponenten der Gr.Sch. gleichen, in der Regel aber größeren Durchmesser zeigen. Schon damals wurde also fränkisches (thüringisch-böhmisches) Material dem Molassebecken zugeführt. Diese Flüsse werden auch den See der Deckschichten gespeist und ausgesüßt haben.

In den Deckschichten äußert sich die burdigale Regression mit Ausnahme der Randenzone noch nicht. Vor allem macht sich keine Tiefenlinie, welche etwa der Vorläufer der Graupensandrinne sein könnte, entlang des Albsüdrandes bemerkbar. Das ist sehr wichtig. Denn wollten wir in der Graupensandrinne wegen der Ausräumung eine antezedente Meeresenge vergleichbar den Dardanellen (W. Penk 1917) sehen, so müßte sich ein derartiger Vorläufer feststellen lassen. Während der allgemeinen, das Sedimentationsgebiet auf eine subalpine Zone (s. S. 355) zurückdrängenden Hebung blieb der Albsüdrand etwas zurück. Es entstand die Albsüdrandflexur, welche die Folgeflüsse der Urrezat, Ureger, Urbrenz u. a. an sich zog und ihren gemeinsamen Lauf bestimmte. Die Hebung zwang zugleich diesen Sammelfluß, entlang der Flexur

die Graupensandrinne einzutiefen. Erst eine Gegenbewegung führte zur Auffüllung der Rinne mit Sedimenten, welche schon deshalb als fluviatile betrachtet werden müssen.

### d) Die Folgezeit.

Erscheint es im ersten Augenblick widersinnig, ein O—W entwässerndes Flußtal anzunehmen, in welches zur Zeit der K.Sch. eine Transgression des Meeres von O, nicht nur von der Mündung bei Schaffhausen her erfolgte, so muß man sich doch bewußt bleiben, daß der Verlauf der Rinne durch die Albsüdrandflexur, nicht durch die „Denudationsbasis" des zunächst gelegenen Meeres bestimmt ist. Die Rinne hat die Ströme Frankens dem näher gelegenen niederbayrischen Becken entzogen. Schon Senkungsbewegungen geringen Ausmaßes konnten genügen, um dem Meer auch den Zugang von O in die Rinne zu öffnen. Die Entstehung des Bosporus bildet eine interessante, damit übereinstimmende Parallele (W. Penk 1919). Das stärkere Absinken im O führte gegen Ende der Gr.Sch. zur Verminderung der Strömungsgeschwindigkeit innerhalb der Flußrinne und zu einem Stausee. Die feinsandigen, tonigen Hangendschichten der Gr.Sch. im Ulmer Gebiet mit ihren zahlreichen Pflanzenresten sind wohl Ablagerungen eines diesen Rinnenabschnitt vor der Meeresingression erfüllenden Süßwasserbeckens.

In den Holzstöcken südlich Ulm wird die Basis der brackischen K.Sch., eine Congerienagglomeratbank, unterlagert von feinen, graugrünen Quarzglimmersanden (z. B. Sandgrube Staig; Sandgrube Ölsberg bei Steinheim; Hohlweg östlich „Weihergraben"). Die bei Staig bis 20 m über die Talsohle reichenden Sande gleichen oft sehr den feinen hangenden Gr.Sch. zwischen Ulm und Zwiefalten. Aus der Schrägschichtung glaube ich im Mittel eine etwa WNW gerichtete Strömungsrichtung ablesen zu können. Es stünde also nichts im Wege, diese schon früher fluviatil gedeuteten Sande den Gr.Sch. zuzuordnen. In der gleichen Ausbildung und Lage finden sie sich wieder südlich Oberkirchberg an der Iller. Etwas weiter im N (vom Friedhof südlich Oberkirchberg an), der Übergang ist leider noch nie aufgeschlossen gewesen, liegen unter den brackischen Muschelagglomeratbänken der K.Sch. fossilleere, 1—2 m mächtige, feine Sande, dann als Tiefstes feine graugrüne Sande (6 + x m) voll *Viviparus suevicus* Wenz. Wohl mit Recht werden

mindestens ein Teil der fluviatilen Sande im S den *Suevicus*-Schichten gleich gesetzt (Probst 1871, S. 111; Kranz 1904). Sind die *Suevicus*-Schichten dann auch eine Fazies der Gr.Sch.? *Viviparus suevicus* Wenz kommt bei Dillingen in typischen Gr.Sch. vor (s. S. 290) und am Hochsträß bei Ulm in den basalen Congerien- und Cardiensanden der K.Sch. (s. S. 316), sie ist also in der Grenzzone der Gr. und K.Sch. heimisch. Wir werden noch einige Profile kennen lernen, welche die fluviatilen *Suevicus*-Schichten in dieser Lage erkennen lassen. Dies ist nicht verwunderlich, wenn wir auch in den Gr.Sch. fluviatile Bildungen sehen, aber nur schwer verständlich bei einer marinen Faziesdeutung.

**Zusammenfassung:**

Eine Entscheidung Flußrinne oder Meeresenge ist mit Erfolg nur mit Blick auf die Gesamtrinne und die genetischen Zusammenhänge mit älterer und jüngerer Molasse möglich. Wir wählen die Flußrinne. Für sie spricht das schnelle Verarmen der Marinfauna von der Mündung gegen NO, die fluviatile *Suevicus*-Fazies an der Grenze gegen die K.Sch. und auch die tektonische Verknüpfung. Wäre die Rinne eine Meeresenge, so müßte man erwarten, daß bei der starken (1 sec/m n. Moos 1924), einheitlich O—W gerichteten Strömung auch Elemente einer niederbayrischen Marinfauna tot oder lebend in die Rinne verschleppt worden wären. Das ist aber schon deshalb nicht möglich, da um diese Zeit in Niederbayern ebenfalls eine Hebung den Meeresboden trocken gelegt hatte (s. S. 354).

Die Strömungsrichtung und Mündung bei Schaffhausen ist hinreichend belegt durch die marine Fazies im SW, die Schrägschichtung und die Herkunft zahlreicher Geschiebe aus NO. Die Tiefe eines Flußtals hängt ganz von der lokalen Tektonik ab und gestattet deswegen keine Rückschlüsse auf die Entwässerungsrichtung (opp. Moos 1924).

## Die Nebenflüsse der Graupensandrinne [10].

### Rechtsseitige Nebenflüsse.

Wie heute die Donau, so hat sicher auch der Graupensandfluß einen wesentlichen Teil der Niederschläge aus der verkarsteten

[10] S. Abb. Nr. 10.

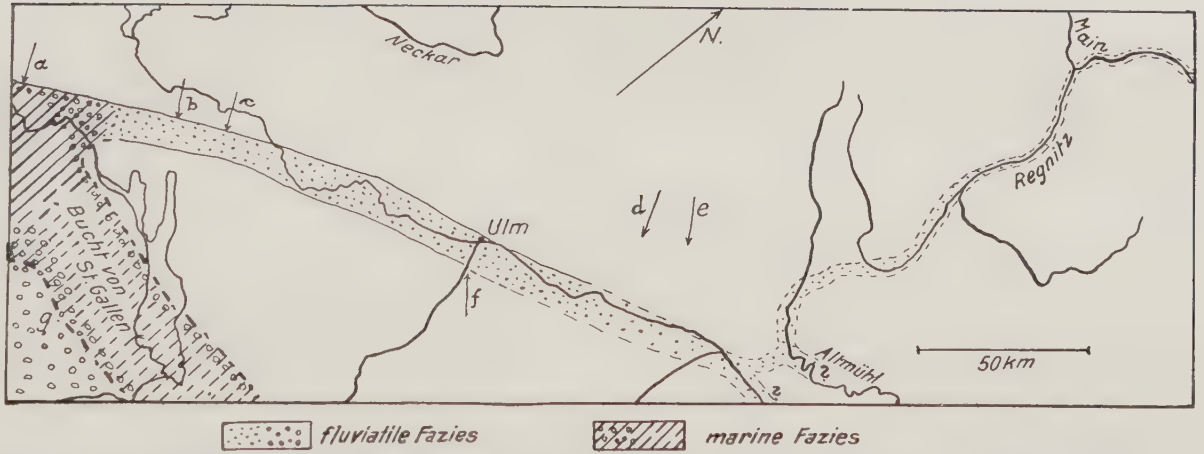



Abb. 10. Die Graupensandrinne· Seitenflüsse: a = bei Riedern, b = Wasserburger Tal, c = Heudorf („Bära"), d = „Brenz", e = „Eger", f = Oberkirchberg (?), g = Speerschüttung.

Albhochfläche, besonders wo Schichten des Oberen Weißen Jura unmittelbar den Untergrund der Rinne bilden, unterirdisch zugeführt bekommen. Eine Einmündung oberirdischer Gewässer zeigen Fremdgerölle innerhalb der Rinne an oder auch isolierte außerhalb der Rinne liegende fluviatile Ablagerungen, wenn sie nur ihrem Alter und ihrer Entwässerungsrichtung nach in das Flußsystem passen.

Kirchberg-Delta bei Riedern:

Die bekannte Grube von Riedern liegt am Osthang eines schmalen, etwa NW—SO verlaufenden Höhenzugs. Auch an dessen Westhang, nicht ganz 500 m von der Grube entfernt, sind, wie schon Schalch (1922, S. 81) festgestellt hat, über mehr als 10 m mächtiger Juranagelfluh, welche ihrerseits unmittelbar dem Weißen Jura auflagert, noch 1,5 m typischer Graupensand erschlossen. Die fossilfreie Nagelfluh zeigt die üblichen Gerölle, wie Malm, Dogger, Muschelkalk. Es fehlen aber vollständig die bunten alpinen Komponenten der Grube auf der anderen Seite des Bergs, der Gruben des Reyath und des Kohlfirst. Trotzdem ist, wie wenig mächtige Einlagerungen von Graupensanden besonders in den tieferen Lagen der Juranagelfluh zeigen, ihre Zuweisung zu den Gr.Sch. nötig. Wir befinden uns unmittelbar an der Einmündungsstelle eines von NW her kommenden Nebenflusses. Sofort verständlich werden jetzt auch die zahlreichen Geschiebe von Malm, Dogger und Muschelkalk in den wenig entfernten Schichten auf der Ostseite des Berges. Sie mischen sich hier mit dem Graupensandmaterial des Reyath und wurden auch weiter ins Innere der Rinne bis Benken transportiert.

Das Delta des Wasserburger Tals:

Die besondere stratigraphische Stellung der Juranagelfluh beim Wasserburger Hof (nördlich Aach) hat schon Spitz, dessen briefliche Einführung mir die Orientierung sehr erleichterte, erkannt (Deecke 1917, S. 475). Etwa 120 m südlich des Wasserburger Hofs liegt zwischen normalen Gr.Sch. (Graupensande und Feinsande) eine 15 m mächtige grobe Juranagelfluh, die wieder ihrerseits bedeckt wird von einem braunen plattigen Kalksandstein mit Congerien und Cardien, also K.Sch. 500 m südlich am Millberg, 1 km südöstlich bei Eckartsbrunn und $2\frac{1}{2}$ km östlich auf Flur Kau, kann keine Juranagelfluh mehr im Liegenden der K.Sch. festgestellt werden, sondern nur noch Graupensande oder Weißer Jura. Die

Geröllschüttung ging in einer Zeit vor sich (oberste Feinsande der Gr.Sch.), in welcher die Rinne von keiner starken Strömung mehr durchflossen wurde, ein Weitertransport der Geschiebe deshalb unterblieb. So ist das schnelle Auskeilen verständlich.

Das Delta von Heudorf bei Meßkirch:

Auch hier erfolgte eine erste Juranagelfluhschüttung um die Wende Gr.Sch./K.Sch. Die Mächtigkeit des Geschiebelagers beträgt mindestens 1,5 m (Sandberger 1875, S. 554). Da sich der Vorgang wenig später, zu Beginn der O.S.M., an derselben Stelle in größerem Ausmaße wiederholte, so ist man berechtigt, auch diese älteren Gerölle als Mündungsablagerungen eines von NW her kommenden Gewässers zu betrachten.

„Urbrenz":

Wir kennen die „Höhensande", grob- und feinklastische Ablagerungen, welche in verschiedenen Höhen das Brenztal begleiten (Pahl 1924). Das Sedimentmaterial, welches weiter aus dem N herbeitransportiert worden sein muß (Keuper, Lias), hat eine gewisse Ähnlichkeit mit den Gr.Sch. Zwischen den einzelnen Altersdeutungen der Höhensande besteht noch ein weiter Spielraum. Immerhin ist die Tendenz, die Ablagerungen etwas älter, als früher üblich war, anzusetzen, nicht zu verkennen. Pahl (S. 95) hält Teile der Sande für „mindestens untermiocän, wahrscheinlich aber noch älter". Für G. Wagner (1927) sind die höchstgelegenen „wohl miocän" und nach Klüpfel (1926, S. 407; 1929, S. 67) das Alter des Brenztals miocän postburdigal.

Von den beiden zuerst genannten Autoren ist zu wenig berücksichtigt worden, daß die höchsten Schotter nicht immer die ältesten sind. Klüpfel betont dies mit Recht. Seine Anschauung fand ich im oberen Donautal eindeutig bestätigt (s. S. 351). Es könnten die Pulverturmschichten sehr wohl älter (Gr.Sch.?) als die Ochsenbergschotter (Oggenhauser Sande?) sein. Klüpfel andererseits scheint mir die morphologische Bedeutung der Klifflinie zu überschätzen. Die Geschichte des Brenztals[11] bedarf noch weiterer Einzeluntersuchung unter Berücksichtigung der Vorgänge im Molassebecken.

„Ureger":

Die obere Altersgrenze der in Betracht kommenden fluviatilen Bildungen wird durch den Beginn der Explosionsphase gegeben.

Unter den vulkanischen Ablagerungen vergraben, z. T. in sie aufgenommen, werden Quarzsande, deren Material auch hier aus dem nördlich des Ries gelegenen Denudationsgebiet hergeleitet wird, und Geschiebe aus Lias, Dogger, Malm (Kranz 1925 b, S. 205, 249; G. Wagner 1926, 1927 a u. b; Klüpfel 1926, S. 407; 1929, S. 69; u. a.) genannt. Man kann an burdigale, ins Meer mündende, an helvetische in die Graupensandrinne und an obermiocäne, in die prävulkanische O.S.M. entwässernde Flüsse[11] denken. Das eine schließt das andere nicht aus. Wahrscheinlich sind die Schotter auch verschiedenen Gewässern zuzuschreiben.

Urrezat:

Dieses Flußsystem liegt außerhalb des eigentlichen Arbeitsfeldes. Es wurde aber wesentlich zur Deutung der Graupensandrinne herangezogen, so daß wenigstens kurz die Grundlagen und Quellen angegeben werden müssen. Um nur die neueren Arbeiten zu nennen, so hat Löwengart (1924) ein präobermiocänes, Rodach, Main, Rednitz, Schwäb. Rezat vereinigendes Entwässerungssystem beschrieben, welches so kontinuierlich vom Thüringer Wald bis zum Molassebecken entwässerte. Bei Krumbeck (1927) erscheint das gleiche Flußsystem im Mittelmiocän. Besonders gut stimmt die Auffassung von Klüpfel (1926, S. 407; 1929, S. 69; opp. G. Wagner 1923) mit den Erfordernissen der Graupensandrinne überein. Die Uraltmühl nahm im Mittelmiocän ihren Lauf über Weißenburg, Treuchtlingen, Dollenstein, Rennertshof. Sie würde so verknüpft mit Regnitz, Main, Rodach unmittelbar zum Oberlauf der Graupensandrinne. Sehr wahrscheinlich bestand bei Rennertshof oder Dollenstein die Einmündung eines weiteren mehr aus östlicher Richtung kommenden Gewässers.

Linksseitige Nebenflüsse:

Auf der ganzen Linie von Ulm bis Schaffhausen hat sich nur bei Singen die Einmündung einer von links kommenden Geröllschüttung nachweisen lassen. Die alpinen Gerölle des Reyath, Kohlfirst u. a. dürften am einfachsten im Zusammenhang mit der marinen Fazies dieses Gebiets erklärt werden. Es sind aus der

[11] Ablagerungen dieser Flüsse dürften jedoch schwerlich älter sein als die im Helvetium beginnende, auf der Hochalb aber erst mit Beginn des Obermiocän (Tortonium) voll wirksame Plombierungsphase!!

subalpinen Zone entlang der Küste verfrachtete Geschiebe. Wie weit bei diesem Transport der fluviatile Anteil reicht, kann einstweilen nicht festgestellt werden.

Nach Literaturdaten erscheint es zunächst wohl möglich, daß die groben Quarzsande des Kapellenbergs bei Erolzheim (Illertal) zum Graupensandflußsystem gehören. „Würde eine solche Masse weiter nach NW gelegen sein, so hätten wir sie unbedingt dem Grimmelfinger Sand parallel gestellt" (Quenstedt 1876, S. 18). Solche Bedenken fallen heute weg. Es wurde deshalb der Verbreitung der Erolzheimer Sande besondere Aufmerksamkeit gewidmet.

Faziell ähneln sie den Gr.Sch. In feinen gelbbraunen oft schräggeschichteten Quarzglimmersanden sind grobe Quarzsande in Schmitzen und dünnen Lagen eingestreut. Die feinen Begleitsande enthalten zahlreiche Pflanzenreste. Nach der Korngröße entsprechen die groben Quarzsande den Graupensanden. Ihre Zusammensetzung ist jedoch wesentlich verschieden dadurch, daß die großen Feldspäte und Jurahornsteine fehlen, bunte Hornsteine und kristalline alpine Geschiebe nicht allzu selten sind. Die groben Sande liegen

| | |
|---|---|
| Sandgrube „Schorren" bei Laubach (auf Blatt Ochsenhausen als Diluvium kartiert) in | 612 m NN |
| Ziegelstadel südwestlich Ochsenhausen in | 608—610 m NN |
| Südlich 605,7 am Ziegelholz, südwestlich Erolzheim in | 596 m NN |
| am Weiherkopf nördlich Ziegelholz in | 588 m NN |
| Sandgrube des Reichenbachtals nördlich Edenbachen in | 581 m NN |
| Am Kapellenberg bei Erolzheim | 555 m NN |

Das Schichtstreichen beträgt demnach etwa N 55—60 O. Daraus ergibt sich für die Erolzheimer Sande eine Höhenlage von etwa 600 m NN im Bereich der Ochsenhauser Tiefbohrung. Die Hangendgrenze der M.M. liegt hier 265 m tiefer, bei 335 m NN. Schon daraus geht hervor, daß die Erolzheiner Sande nicht mit Berz (1915, S. 294) zur M.M. gerechnet werden können. Sie gehören aber auch nicht in die Stufe der Gr.Sch., da dann auch die 265 m Süßwassermolasse mit Heggbach und den Sanden von Biberach zu den Gr.Sch. gerechnet werden müßten.

Es zeigte sich deutlich, daß die Erolzheimer Sande in die O.S.M. gehören. Sie setzen sich nach O auf die rechte Illertalseite fort und werden so noch eine Rolle spielen beim Vergleich der bayrischen und württembergischen O.S.M.

## Die helvetischen Kirchberger Schichten.

Die Gr.Sch. werden von den Kirchberger Schichten bedeckt. Bei Ulm und im Hegaugebiet sind es feinsandige, tonige und mergelige Ablagerungen mit einer besonderen brackischen Mol-

luskenfauna (Dunker 1851, Krauss 1852, Sandberger 1875, S. 552). Eine davon abweichende sandige und konglomeratische Fazies kam bei Riedlingen—Meßkirch zur Ausbildung.

## Verbreitung und Stratigraphie.

### 1. Ulmer Gebiet.

Dillingen—Ulm—Zwiefalten.

a) Denudationsreste südlich der Donau: Holzstöcke, Unter- und Oberkirchberg, Gerlenhofen—Steinheim, Leipheim—Günzburg.

Entlang des Illertals, von Unterkirchberg bis zur „Katzensteige" südlich Oberkirchberg, zieht als ununterbrochene Leitschicht in wenig wechselnder Höhenlage eine Muschelagglomeratbank hin. Um sie ordnen sich die Ablagerungen etwa nach folgendem Schema an.

| | | |
|---|---|---|
| Bythinien- und Hydrobienschichten (= Übergangsschichten) | | O.S.M. (mio 1) |
| Brackische Congerienschichten: tonreiche Fischschichten sandige Muschelagglomerate | | K.Sch. |
| | Zwischensande | |
| Fluviatile Sande | *Suevicus*-Sande | |
| | Graupensande | Gr.Sch. |

Gr.Sch.: s. Mangold 1898, Moos 1924.

*Suevicus*-Sande: Zwischen Unterkirchberg und dem Friedhof südlich Oberkirchberg finden wir als tiefste, 6—7 m mächtig aufgeschlossene Schicht feine, graugrüne Quarzglimmersande voll der weißen Schalen des *Viviparus suevicus* Wenz. Unter den nur selten gerollten, regellos eingestreuten Schalen ist jede Altersstufe von 5 mm bis 3½ cm Höhe vertreten. Wir haben eine autochthone Fossilienbettung vor uns. Dicht zusammengedrängt sind die Schalen nur an der obersten, dadurch recht scharfen Grenze gegen die in der Regel fossilleeren Zwischensande. Das plötzliche Ende dürfte eine Lokalkatastrophe hervorgerufen haben. In den Sanden liegt die Unmasse der Viviparen zusammen mit Uniodubletten, Neritina, *Brotia escheri*. Lokale Sandsteinbildungen enthalten daneben Landsäugetier- und Schildkrötenreste. Auch Selachierzähne wurden schon gefunden (Moos 1924, S. 232) und an einer Stelle *Oncophora*-Dubletten (Kranz 1904, S. 16). Die

Fazies erweist sich also als limnisch, süß. Wir stellen die Sande an die Wende der Gr. zu den K.Sch. (s. S. 303), wobei wahrscheinlich die Grenze, wie sie westlich Ulm über den feinen Sanden gezogen wird, mitten durch die *Suevicus*-Sande hindurchgeht.

Zwischensande: Es sind feine, meist fossilleere oder nur Pflanzenreste bergende, graue, häufig gutgeschichtete und tonreiche Sande von 1—2 m Mächtigkeit, welche die *Suevicus*-Schichten von den Congerienschichten trennen. Schließen wir uns der Interpretation des nicht mehr aufgeschlossenen Eser'schen Profils durch Kranz (1904, S. 20) an, so gehen diese Sedimente zwar schon bei Unterkirchberg in sandig-tonige, *Clupea*, *Smerdis*, *Cardium* und Congerien führende brackische Schichten seitlich über. Eine gewisse Stütze erfährt diese Auffassung dadurch, daß bei Oberkirchberg ebenfalls Cardien und Congerien diese Sande auf kurze Erstreckung hin beleben, auch von anderen Stellen vereinzelt eine Mischung brackischer und süßer Faunenelemente beschrieben wurde (Gümbel 1887, S. 288; Eser 1849, S. 267). Brackwasser vermischte sich hier offenbar mit einem vielleicht von SO her einmündenden Fluß, bevor es das ganze Gebiet eroberte.

Muschelagglomeratbank: Sie ist im einfachsten Falle an der Iller wenige (z. B. 8) cm mächtig und zerfällt in zwei ineinander übergehende Zonen. Die untere umfaßt etwa $\frac{2}{3}$ der Mächtigkeit und enthält neben gut erhaltenen oder nur grob zertrümmerten Congerien-, Cardien- und Neritinenschalen auch noch reichlich anorganisches feinsandiges oder toniges Bindemittel. Das hangende Drittel zeigt die Muscheltrümmer dicht gepackt, so daß für ein Gesteinsbindemittel so gut wie kein Raum mehr vorhanden ist. Diese Schalenanhäufung mit einer Ausdehnung von mindestens 8 qkm (4 km O—W; 4 km NW—SO) dürfte das Ergebnis einer Strömung sein, welche die Sedimentation feiner anorganischer Komponenten erschwerte oder ganz verhinderte, das gröbere Schalenmaterial aber nur langsam (also Hiatus!) auf größere Flächen fast gleichmäßig verteilte und dabei die gebogenen Schalen ineinanderschachtelte und aufeinanderpackte.

Von 8 cm schwillt die Muschelbank bis zum Altwasser westlich „Il" („Iller") auf 25 cm in Richtung SSO—NNW an. Hier teilt sich eine zweite Muschelbank im Liegenden ab. Führt wie bei Oberkirchberg schon die Zwischenzone Congerien und Cardien, so sind sie jetzt in dem 1,5—2 m mächtigen Lager im Liegenden der

Muschelbank unregelmäßig oder schlierig eingestreut, teils aber auch in mehreren übereinander liegenden Muschelbänken des geschilderten Typus zusammengedrängt. Nach NW gegen Unterkirchberg nimmt die Mächtigkeit des Lagers wieder ab (Profil G[12]: 4 cm), so daß nur wieder die eine Muschelbank auftritt.

Darüber liegen mit scharfer Grenze die grauen, feingeschichteten Tonmergel der Fischschichten. Ihre Mächtigkeit nimmt von S nach N langsam zu (südliche Grenze des Kartenblattes Unterkirchberg: 0,65 m; Profil G: 1,6 m). Wechselnder Kalkgehalt ruft eine wenig deutlich begrenzte Schichtung hervor (Tonmergel—Mergelzonen). Diese Tonmergel sind sicher noch brackische Bildungen, wie aus der Fischfauna (Meyer, H. v. 1848, 1849) und den Congerien hervorgeht, dürfen daher nicht zur O.S.M. gezogen werden (opp. Seemann 1929, S. 108).

Die Fischschichten bedeckt eine harte lichtbraune Kalkbank (Schicht 15 in Profil A; 13 in Profil B; 13 in Profil F 1 und Schicht 15 in Profil G nach Kranz 1904). Sie führt im S Fischreste, Hydrobien, *Lymnaeus*, *Bulimus* und leitet die ausgesüßte Kalk-, Mergel- und Sandserie der Hydrobien- und Bythinienschichten, d. h. der O.S.M., ein.

Die normale Kirchberger Schichtfolge: fluviatile Sande — Muschelagglomeratbank — Fischschichten — Übergangsschichten kann westlich des Illertals bis Staig und Steinberg verfolgt werden. Die Mächtigkeit der Fischschichten nimmt weiter ab (Staig 0,35 m).

Ganz verschieden ist jedoch die Ausbildung der brackischen Schichten bei Hüttisheim, 4 km südwestlich Staig (Probst 1868, S. 183; 1871, S. 112; Notizen von Bach 1866/67 und eigene Aufnahmen). Unmittelbar über buntscheckigen Tonmergeln der U.S.M. folgt 1,15 m schwarzgrauer Tonmergel, dann 2,3 m grauer Sand, beide mit autochthonen brackischen Muschelfaunen, und darüber 8—9 m hellgelber, z. T. gut geschichteter, feiner Sand mit *Melanopsis*. Vertritt diese hangende Sandfolge die O.S.M.? Die Sonderstellung erklärt sich aus der Nähe des Rinnenrandes und mit dem hier vielleicht aus SO her mündenden Fluß. Die weite horizontale Ausdehnung der Muschelagglomeratbank gegen S entlang der Iller und die transgressive Auflagerung der K.Sch. auf U.S.M. bei Hüttisheim dürfte durch die gleiche Senkungsbewegung eingeleitet worden sein. Weitere stratigraphische Beziehungen sind bis jetzt nicht gefunden worden.

[12] Bezeichnung entspricht der Benennung von Kranz 1904, S. 3.

Die feinen gelbbraunen Quarzglimmersande von Humlangen (Sandgrube nördlich 507,0 : 515—520 m NN) und Hüttisheim (Steige nach Weinstetten 522—528 mit seltenen Glaukonitkörnern) liegen etwas höher als die brackischen Schichten südlich Hüttisheim (512—516 m NN). Können wir daraus jüngeres Alter und Gleichstellung mit den *Melanopsis*-Sanden ablesen?

### Die Gerlenhofer Sande:

Innerhalb der Übergangsschichten bildet eine von Kranz erstmals geschilderte (1904, S. 5), durch den Steilhang südlich Oberkirchberg quergeschnittene fluviatile Rinne (Abb. Nr. 11) ein

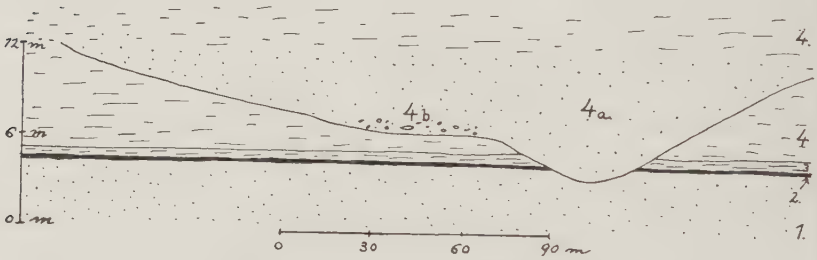



Abb. 11. Fluviatile Rinne der Übergangsschichten bei Oberkirchberg.
1: Fossilleere Sande, 2: Brackische Muschelagglomeratbank der Congerienschichten, 3: Brackische Fischschichten, 4: Feinsande, Tonmergel und Mergelkalke der Übergangsschichten mit Süßwasserfazies, 4a: Fluviatile Rinne („Gerlenhofer Sande"), 4b: Fossilschmitzen mit Mischfauna. 5fach überhöht.

besonders reizvolles Kleinproblem. In einer Breite von 200—300 m ist eine im Maximum 9–10 m mächtige Sandlinse westlich Flußkilometer 11 aufgeschlossen. Die Sande, welche nach ihrer seitlichen Verzahnung den höheren Übergangsschichten (obere Bythinienschichten nach Kranz) entsprechen, sind rinnenartig in den Untergrund eingetieft, so daß sie westlich P. 487,1 auch unmittelbar den Sanden der Zwischenzone aufliegen (nur daher das Fehlen der Congerienschichten in Profil B von Kranz!). Untere Bythinien-, Hydrobien-, Fisch- und Congerienschichten sind aufgearbeitet und entfernt worden. Wenig südlich dieser Stelle konnte an der Basis der Sande eine interessante Fossilgesellschaftung erschürft werden.

*Congeria amygdaloides* Dkr.
— *clavaeformis* Kr.
*Cardium sociale* Kr.
— *solitarium* Kr.

*Unio flabellatus* Gldf.
(Dubletten häufig)
*Planorbis cornu* var. *mantelli*
*Limnaeus* sp.

*Viviparus suevicus* Wenz
*Bulimus glabrus glabrus* Ziet.
— *dunkeri* Gude } z. T. in
*Hydrobia semiconvexa* Sdbg. } Mergelgeröllen
*Melanopsis impressa* Kr.

— *kleini* Kurr
*Neritina* var. sp.
Vertebraten- und Pflanzenreste.

In gröberen, pflanzenreichen und tongeröllführenden Fossilschmitzen lagen neben den Formen der Bythinienstufe auch solche der brackischen Congerienschichten. Die Cardien und Congerien sind z. T. stark gerollt und nie als Dubletten erhalten. Sie befinden sich auf sekundärer Lagerstätte, während der seltene, ungerollte *Viviparus suevicus* Wenz mit etwas dünnerer Schale als in den *Suevicus*-Schichten auch primär eingebettet sein könnte. Die Erscheinung ist ganz dieselbe wie in den bekannten Sanden von Gerlenhofen (Dietrich u. Kautsky 1920, S. 284; Moos 1924, S. 230). Dort auf der rechten Seite des Illertals wurde früher in der Sandgrube nördlich des Häuserhofs in basalen grobkörnigen Linsen der 4 m mächtigen Sande eine buntgemengte Land-, Süßwasser- und Brackwasserfauna geborgen. Den Untergrund bilden graue Tonmergel mit *Unio* sp. und Bythinienresten. Wenig südlich der Sandgrube schneidet eine Talmulde etwas tiefer in den Höhenzug ein. Entlang der Straße wurde durch Sondieren festgestellt, daß in der Höhe der Sande südsüdwestlich, südlich und südsüdöstlich nur Mergeltone und Kalke der Hydrobien-, Bythinienschichten anstehen, welche ja auch das Liegende der Grube bilden. Die Gerlenhofer Sande sind demnach jünger als die Kirchberger Schichten und die brackischen Komponenten auch hier nur aus älteren Schichten aufgearbeitet worden. Dietrich hat auf Grund der in den Geröllschmitzen gefundenen Säugetierreste die Bildungszeit der brackischen Molasse bis ins Tortonium reichen lassen. Dazu ist jetzt kein Anlaß mehr.

Die Übergangsschichten waren 1926 noch an einem Hangrutsch östlich Gerlenhofen (westlich P. 482) entblößt; sie ziehen nach O weiter über F i n n i n g e n bis Steinheim. Das „Finninger Pflaster" (Moos 1924, S. 230) dürfte nach Höhenlage und Faziesausbildung der Grenzbank gegen die Congerienschichten entsprechen. Daß

noch Congerien darüber gefunden wurden, ist verständlich. Eine scharfe Trennung zwischen brackischer und süßer Fazies findet nirgends statt. Wesentlich ist das Fehlen der Cardien, welche nur unten in den Congerienschichten vorzukommen pflegen und demnach wohl empfindlicher gegen Aussüßung sind.

Unter den diluvialen Schottern der Kiesgrube westlich Steinheim (westlich 467,1) steht noch 1,10 m mächtig feiner Sand mit deutlich horizontal hindurchziehenden Congerienlagen und einer basalen, 10—20 cm mächtigen Congerienagglomeratbank an. Die Übergangsschichten sind durch aufgearbeitete Kalkblöcke mit Lymnäen, *Planorbis cornu* var., *Bulimus dunkeri* Gude, *Hydrobia semiconvexa* Sdbg. und Anodonten im diluvialen Kies vertreten.

Nach NO entdeckt man die K.Sch. erst wieder wenig westlich Leipheim. Dazwischen ist das Tertiär ausgeräumt oder verhüllt. Nur im Buchberg nördlich Steinheim stößt aquitane[13] Molasse durch die diluviale Decke hindurch. Die Beschaffenheit der weißen, kreideweichen Schalen von *Omphalosagda subrugulosa* Qu., *Cepaea rugulosa* Zieten ist hier ganz dieselbe wie bei den obermiocänen Süßwassergastropoden der Molasse. Die Erhaltung ist hier also nicht der „Mode" einer geologischen Formationsstufe (Moos 1924, S. 240) unterworfen und deshalb stratigraphisch bedeutungslos. Über Verlauf und Ausmaß einer vermutlich zwischen Buchberg und der Steinheimer Kiesgrube hindurchziehenden Störung (K.Sch. bei Steinheim Kiesgrube bis 468 m, Aquitan des Buchbergs bis 488 m NN) läßt sich nichts Genaueres sagen.

Eine normale Schichtfolge von brackischen Cardien und Congerien führenden Tonmergeln bis zu ausgesüßten Mergeln und Mergelkalken zeigt erst wieder das Junghholz bei Leipheim (und der Leibiberg nach Gümbel 1887, S. 291; 1889, S. 38). Graue Tonmergel (etwa 2,60 m) mit Fischresten schieben sich zwischen muschelagglomeratreiche Congerienschichten (1,40 + x m) und Übergangsschichten ein; sie dürften den Fischschichten der Iller auch zeitlich entsprechen.

Östlich Günzburg ist das Auftreten der Brackwassermollusken wieder ganz anders. Sie liegen zusammen mit Süßwasserformen in basalen Geröllbänken eines Sandkomplexes (Gümbel 1889, S. 39; heute nicht aufgeschlossen). Wir denken unwillkürlich an

[13] Auf Blatt Nördlingen (1 : 100 000) von Gümbel als O.S.M. kartiert.

die Gerlenhofer Sande. Schon Gümbel (1887, S. 292) war geneigt, eine Umlagerung der brackischen Komponenten anzunehmen. Es wäre jedoch auch eine primäre, durch Einschwemmung von Land- und Süßwassertypen hervorgerufene Mischung nicht ganz ausgeschlossen, solange der Untergrund nicht genauer bekannt ist.

### b) Denudationsreste nördlich der Donau: Dillingen—Niederstotzingen—Hochsträß—Landgericht.

Die Schichtfolge bei Dillingen weicht in den allgemeinen Zügen nicht von anderen Gebieten ab. Während Fundierungsarbeiten an der Schloßmauer standen nach Zenetti graue Tone und Sande an mit Congerien (— *clavaeformis* Kr., — *amygdaloides* Dkr.), Cardien, *Hydrobia semiconvexa* Sdbg., Fischresten, vereinzelten Unionen und *Melanopsis impressa* Kr. Darüber folgten Ton- und Kalkmergel mit *Unio flabellata* Gldf., *Bulimus glabrus* Ziet., *B. dunkeri* Gude, Lymnäen, *Opercula* u. a. Resten. Die Grenze gegen die obere feinsandige Fazies der Gr.Sch. wird in Gundelfingen (Profil Nr. 10) und im Niederstotzinger Ried (Profil Nr. 11) durch eine Schalenbreccie gebildet.

Entlang des Hochsträß von Ulm bis zum Steintal nordöstlich Ringingen sind die K.Sch. nur in kleinen Denudationsresten, Kuppen und Bändern der U.S.M. und den Gr.Sch. aufgelagert. Randliche transgressive Anlagerung und Zweiteilung in eine untere Congerienstufe und höhere ausgesüßte Übergangsschichten hat schon Moos festgestellt (1915, S. 270). Geröllager aus aufgearbeiteter U.S.M. begleiten die Strandlinie der oberen Abteilung; sie treten aber auch mit verminderter Korngröße in der Congerienstufe auf. So führt die Muschelagglomeratbank des Hohlwegs Grimmelfingen—Oberer Kuhberg (etwa in 517 m NN) 3—4 cm große Strandgerölle aus U.S.M.

Zwischen Ringingen und Hausen o. A. werden die Aufschlüsse nicht reicher, trotzdem die K.Sch. auf weite Strecken hin anstehen. Die Schichtfolge [14] zeigt keine so klaren Züge, wie wir sie von der Iller gewohnt sind. Liegendgrenze, Aussterben der Cardien, der Congerien und vereinzelte petrographische Eigentümlichkeiten liefern die einzigen Parallelisierungsmöglichkeiten. Meist beginnen fossilreiche sandige Ablagerungen, in welchen an der Basis Unionen

[14] Profil Nr. 13 und 15; Miller 1871.

besonders hervorzutreten pflegen. Die Cardien ziehen von unten hindurch bis zu einer Muschelagglomeratzone (Schalenbreccien), die Congerien setzten darüber noch weiter fort in tonreichere Sedimente, in welchen bei Schwörzkirch eine Sandsteinbank die Parallelisierung erleichtert. Die Aussüßung geht dann sehr rasch vor sich. Wie an der Iller scheint das Maximum mariner Einwirkung nicht an die Basis der K.Sch. gebunden (untere Sande bei Schwörzkirch reich an Unionen, seltener mit *Viviparus suevicus* Wenz). Die Übereinstimmung der beiden Gebiete geht noch weiter.

| | Hochsträß: Süßwasserkalke und -mergel 1. Abteilung der O.S.M. | Illertal: Süßwasserkalke, -mergel, -tone, -sande der Übergangsschichten |
|---|---|---|
| 14—15 m | Tonreiche Congerienschichten<br>Sandige Schichten mit Schalenbreccien im Hangenden. Cardien und Congerien häufig.<br>Halbbrackische Sande; neben Cong. u. Cardien, Unionen und *Viviparus suevicus*. | |
| 12—13 m | | Fischschichten: Tone mit Congerien.<br>Sandige Muschelagglomeratstufe (mit Zwischensanden) Congerien und Cardien.<br>Fluviatile *Suevicus*-Sande mit *Viviparus suevicus* Wenz und Unionen. |
| | Feine Sande und Sandtone der Grimmelfinger Schichten. | Grimmelfinger Schichten. |

Entlang des Südfußes ziehen am Landgericht die K.Sch. von der Jungviehweide (Ehingen) bis zur Kreuzhalde nördlich Lauterach, unterbrochen nur durch das Tal von Mühlen und den Simisgrund. Beide schneiden tiefer in den Untergrund des Landgerichts und damit den Nordrand der Rinne ein, so daß auch noch die Zone bloßgelegt wird, in welcher die K.Sch. nach NW ausgekeilt sind und die O.S.M. unmittelbar auf Weißem Jura ruht. Erwähnenswert ist eine Stelle im Simisgrund, wo die transgressive Auflagerung der Congerienschichten auf W.J. ζ leicht beobachtet wird. Die Grenze liegt bei etwa 616 m NN am Knie des von P. 603,8 nach O abzweigenden Wegs.

Profilaufschlüsse fehlen so gut wie ganz. Wirr durcheinander liegen die K.Sch. in der Abrißnische des Gehängerutsches auf der linken Seite des Bachtals (b. Mochental). Wir erkennen nur noch, daß die „Flammenmergel" der O.S.M einen blaugrauen Tonmergel mit *Brotia escheri* Mer. var, *Congeria amygdaloides* Dunk., *C. clavaeformis* Kr., *Neritina* sp. und kohligen Pflanzenresten überlagern.

Tiefer, der Verband ist gestört, wird ein feiner grauer Tonmergel beobachtet mit *C. amygdaloides* Dunk., *C. clacaeformis* Kr., *Cardium sociale* Kr., *Neritina* sp., *Melanopsis impressa* Kr. und ein Muschelagglomerat mit denselben Fossilien außer *M. impressa* Kr.

Noch weiter westlich wurde bei einer Brunnengrabung an der Kreuzhalde bei Lauterach bloßgelegt.

| | |
|---|---|
| Sandiger gelbbrauner Tonmergel; stratigraphische Stellung unbekannt. | |
| Feiner blaugrauer Quarzglimmersand (z. T. Sandstein) mit vereinzelten Congerien (-*clavaeformis* Kr.), *Cardium sociale* Kr., *Melanopsis impressa* Kr. | 1—2 m |
| Lücke . . . . . | 1—2 m |
| Graubrauner Quarzglimmersandstein der Grimmelfinger Schichten | ca. 2 m |
| Graupensand . . . . . | 6—7 m |

Weißer Jura ζ etwa 578 m NN.

## 2. Hegau-Gebiet.

Zwischen Meßkirch und Schaffhausen beginnen erstmals wieder bei Heudorf (nordöstlich Rorgenwies, nicht Heudorf bei Meßkirch) normal, d. h. feinsandig, tonig und brackisch ausgebildete K.Sch. Sie finden sich hier im Rißendmoränenbereich und im Gebiet würmeiszeitlicher Randströme naturgemäß beschränkt auf einen schmalen Streifen entlang des Nordrandes der Rinne. Man kann sie nachweisen am Süd- und Westfluß des Mühlebergs (östlich Heudorf), am Ostfuß des Rißischbergs (nördlich Rorgenwies), auf Flur „Kau", westlich Reuthe und rings um den Birzelberg, Millberg nach N bis zur Markungsgrenze südöstlich des Wasserburger Hofs (bei Eckartsbrunn). Die recht verschiedene Höhenlage der K.Sch. deutet auf mehrfache tektonische Verstellung hin.

Gut erschlossen sind die K.Sch. nur in zwei Gruben am Rißischberg (Profil Nr. 21) und auf Flur Kau (Profil Nr. 22), während die ehemalige Ziegelgrube am Mühlberg jetzt ganz verrutscht ist. Über feinsandigen, pflanzenführenden Gr.Sch. beginnen dort die K.Sch. mit einer Muschelbank. Dann folgen brackische Tonmergel. Der Kontakt mit der O.S.M. ist nicht entblößt. Am Südfuß des Birzelbergs treten auf den Feldern 6 m über brackischen Schichten schon Juranagelfluhschotter auf, offensichtlich durch braune, mergelige Schichten getrennt.

Im Hangenden der Deltaschüttung des Wasserburger Tals (s. S. 305) gleichen die Cardien- und Congerienschichten einem braunen, feinkörnigen Juranagelfluhgestein.

Von Anselfingen i. Hegau und vom Reyath sind die Vorkommen durch Schalch (1895, S. 200; 1878; 1914; 1916; s. auch Profil Nr. 23) bekannt gewesen.

Mit dem Reyath ist die südwestlichste typische Faziesausbildung erreicht. Keilen hier die K.Sch. aus? Gehen sie in eine andere Fazies über? Eine Beantwortung wird später versucht (s. S. 330 ff.).

**Zusammenfassung:**

Im Hegaugebiet ist eine Unterteilung wie bei Ulm nicht möglich. Über tonreichen Congerien- Cardienschichten liegt auf dem Reyath, wo allein die Profile vollständiger aufgeschlossen sind, eine sandige Zone, welche ganz den feinen Sandsteinen der Juranagelfluh gleichend überleitet zu der Geröllkappe der O.S.M.

### 3. Verbreitung und abweichende Fazies zwischen Landgericht und Heudorf (bei Rorgenwies).

Nach der Karte von Moos (1924) hören die K.Sch. mit dem SW-Ende des Landgerichts bei Lauterach auf. Südwestlich davon, am Hochberg, Emerberg, Teutschbuch ist als Hangendes der Gr.Sch. die O.S.M. eingezeichnet. Die faunistisch und petrographisch ähnliche Beschaffenheit der K.Sch. im Hegau- und im Ulmer Gebiet, sowie die in beiden Bezirken gleiche Erstreckungsrichtung beweisen jedoch (Moos, S. 233), daß einst auch in der Strecke dazwischen die K.Sch. vorhanden waren. Man müßte folglich eine Ausräumung noch vor Ablagerung der O.S.M. annehmen. Es besteht aber auch die Möglichkeit, daß die K.Sch. in diesem Abschnitt ihre Fazies ändern und nur deshalb übersehen wurden.

Untersuchen wir das Dach der Gr.Sch., so sehen wir es nach bestimmten Zonen wechseln. Dem nördlichen Rinnenrand entlang hält die brackische Fazies der K.Sch. an.

Emerberg:

Auf der Ostseite (Flur Stelle) ergaben allerdings die Probesonden noch kein endgültiges Bild der Faziesfolge.

| | |
|---|---|
| Flammenmergel . . . . . | 591—596 m |
| Gelbweiße Kalkmergel . . . . . | 585 m O.S.M. |
| Feiner tonreicher Quarzglimmersand und Sandstein mit Schwefeleisenkonkretionen, Gastropoden- und | |

Muschelschalentrümmer, darunter Unionen . . . . 580—583 m K.Sch.
Feiner grauer Quarzglimmersand auf W.J. . . . 575 m Gr.Sch.

Auch auf der Westseite sind die Belege infolge der mächtigen Gehängeüberschüttung noch sehr spärlich. Doch konnte wenigstens *Congeria clavaeformis* in der Nähe der Sandgrube Wasen aufgesammelt werden.

Teutschbuch:

Um so wichtiger ist das Vorkommen auf der gegenüberliegenden Talseite am Osthang des Teutschbuchs. Wir befinden uns hier unmittelbar am Rinnenrand, wo bei 602 m den Plattenkalken (ob. W.J. ζ) des Schloßbergs Congerien und Cardien führende Mergel anliegen (Prof. Nr. 18).

Ebenso erfreulich ist das Ergebnis einer Schürfung auf der Westflanke des Teutschbuchs (südlich „15", westlich des Wegs von Langenenslingen):

Sandiger grauer Tonmergel mit *Congeria clavaeformis* Kr., *Hydrobia semiconvexa* Sdbg. (beide sehr selten) bei etwa 624 m NN
Lücke
0,10 + x m lichtgraugrüner sehr feiner Quarzglimmersand
0,20 m „ „ „ „ voll
Schalen des *Viviparus suevicus* Wenz und *Unio*-Dubletten
Weißer Jura ζ (Mergel) Grenze bei 616 m NN.

Engelswies:

Zwischen Teutschbuch und Engelswies klafft eine weite Lücke infolge der umfangreichen diluvialen Ausräumung. Erst am Talsberg werden die Gr. Sch. wieder von jüngerem Miocän bedeckt. Es wäre möglich, daß die 1,6 m mächtigen blaugrünen Mergeltone (Göhringer 1925, S. 260) den K.Sch. entsprechen.

Eindeutig festgestellt sind brackische K.Sch. wieder bei Unterschwandorf, wo das Krumbachtal den Rinnenrand bloßgelegt hat. Hildenbrand gibt, wo heute Aufschlüsse vollständig fehlen, zwei handschriftliche Profile:

a) Sandgrube an der Halde zwischen Volkertsweiler und Unt. Schwandorf
Süßwasserkalk . . . . . O.S.M.
Lücke . . . . . 4,3 m
Lichtgrüngrauer feiner Sandmergel voll *Congeria clavaeformis* Kr., Cardien, Planorbis . . . . . 1—2 cm
„Letten" mit Kalkknöllchen. . . . . 30—60 cm
Grauer feiner Sandstein, zwei Schichten mit je 2—3 cm = Gr.Sch.

b) Grabung an der Bierbrauerei Klett, Unterschwandorf
Congerienschichten mit Cardien.
Blaugrauer Tonmergel . . . . . = K.Sch.
Feine Quarzglimmersande (im Brunnen) . . . . . = Gr.Sch.

Den Anschluß an die K.Sch. von Heudorf bei Rorgenwies vermitteln die brackischen Schichten der Krätlemühle, ein Konglomerat (Quarz, Quarzit, Glimmerquarzit bis 10 cm, Jurahornsteine, Quarzgraupen) mit Cardien- und Congerientrümmern im Erzbindemittel, 10 cm mächtig, zwischen Juraschwammkalk und 50 cm fossilleerem grauem Tonmergel.

An diesen randlichen Streifen mit normaler Faziesausbildung schließt am Hochberg, Emerberg und Teutschbuch eine zweite Zone gegen S an, in welcher die Gr.Sch. von Süßwasserbildungen bedeckt werden.

Hochberg:

Es wurde schon erwähnt (s. S. 284), daß die Gr.Sch. des Hochbergs von N nach S schnell an Mächtigkeit abnehmen (Ostseite des Bergs 14—15 m; westlich Talheim 0—1 m) und im Süden zwischen O.S.M. und Weißem Jura auskeilen. Demnach fehlen auch die K.Sch. am Südhang des Berges.

Emerberg:

Gleiches gilt für den Emerberg. Im Abraum der Graupensandgruben nördlich Emeringen stecken häufig braune Süßwasserkalkbrocken, durchlöchert mit Hohlräumen von *Hydrobia semiconvexa* Sdbg., aber auch reich an *Planorbis cornu* var., Lymnäen, *Bulimus glabrus* Ziet [14a]. Die Fauna ist die der Übergangsschichten von Oberkirchberg. 8 m höher bei 588 m stehen Süßwasserkalke und Flammenmergel der O.S.M. an.

Den normalen Schichtverband der Hydrobienkalke zeigen zwei einander sich willkommen ergänzende Profile (Nr. 16 und 17) vom Südfuß des Emerbergs. Über Mergeln der *Ramondi*-Stufe und kalkigen Sandsteinen der U.S.M. liegt ein feiner etwa 5 m mächtiger gelbbrauner Quarzglimmersand, welcher nach Lage, petrographischer Ausbildung und Verzahnung mit Graupensanden auf der rechten Donauseite zu den Gr.Sch. gehört. Es folgen statt Cardien- und Congerienschichten wechselweise Tonmergel, Tonsande, Sande und Kalke mit zahlreichen Hydrobien (— *semiconvexa* Sdbg.) und Charasamen, ferner *Unio*/*Anodonta* und *Opercula* (580—583), auch hier die Fauna der Übergangsschichten. Die Grenze zu den höheren Süßwasserschichten der O.S.M. ist im östlichen Profil besser aufgeschlossen.

Teutschbuch:

Am Südosteck ist die Bedeckung der Gr.Sch. in einer Sandgrube („Heidenösch") entblößt. Der Habitus der Mergel, Tone und Kalkbänke (vgl. Schwarz 1913, S. 45) entspricht wieder ganz den Übergangsschichten des Illertals. *Planorbis*, *Lymnaeus*, Heliciden zeigen Süßwasserbildung an.

Zweifelhaft ist die Stellung der hangenden Feinsande von Reutlingendorf. Sie könnten auch eine Fazies der höchsten Gr.Sch. sein. Am Guckenberg sind feinsandige Gr.Sch. in einer großen Grube erschlossen. Den obersten Sanden des Aufschlusses entnahm Hildenbrand (Quenstedt 1876, S. 12) *Planorbis cornu* var., Lymnäen, Neritinen, *Melanopsis*, *Brotia* und *Bulimus*-Deckel. Etwas höher folgen Mergel und Süßwasserkalke.

Westlich Schupfenberg reichen feine Gr.Sande mindestens bis 593 m. Auf den Feldern darüber stehen Mergel und Sandsteine an; der alte Steinbruch im Wald lieferte „Melanienkalke" und „Chokolademergel".

An diese Zone wiederum schließt bei Riedlingen ein Gebiet an, in welchem offensichtlich die K.Sch. in abweichen-

[14a] und *Bulimus dunkeri* Gude.

der, fluviatiler Fazies ausgebildet sind. Der Kontakt mit den bisher beschriebenen Vorkommen wird durch umfassende jüngere Überdeckung verhüllt.

Nach den geologischen Blättern Riedlingen und Saulgau (1 : 50 000) besteht die linke Donautalseite bei Binzwangen und Waldhausen südlich Riedlingen aus Schichten der U.S.M. Diese sollen von einer wenig ausgedehnten Kappe aus M.M., südlich Binzwangen in grobsandiger Fazies, bedeckt sein. Nördlich Binzwangen würde O.S.M. diese tertiäre Sedimentreihe abschließen. Vom Landauhof nördlich Binzwangen nennt schon Engel *Viviparus suevicus* Wenz (= *Paludina varicosa* Engel), Funde, die auf K.Sch. hindeuten, allerdings von Schwarz (1913, S. 19) wieder energisch in Abrede gestellt werden. Was ist heute zu sehen?

Wir beginnen mit der Schichtfolge südlich Binzwangen an Hand eines Profils des Gießhübels, welches entlang des Weges am nördlichen Waldrand erschürft wurde (P. 570,1 bis P. 604,5).

| | |
|---|---|
| Feiner, gelbbrauner Quarzglimmersand, wie in der „Lgr." der Flur Brand . . . . . | 3 m |
| Konglomerat aus aufgearbeiteten Liegendschichten (wenig verfestigte, unregelmäßig geformte, bis 2 cm große Geschiebe aus feinem Sand und Tonsand; grobe Quarz- und Feldspatgraupen), Haifischzähnen, unbestimmbaren Knochenresten, kleinen Nagerzähnen, vereinzelte grobe Quarzgeschiebe und andere Fremdgerölle (wie in Profil Nr. 20) . . . . . | 0,20 m |
| — — Das Konglomerat quert bei 597 m NN den Weg — — | |
| Feiner gelber bis lichtgrauer Quarzglimmersand, teilweise tonig. Zwei Meter unter der Hangendgrenze mit Quarz-, Feldspatgraupen (bis 3 mm) (= Gr. Sch.) . . . . . | 9 m |
| — — Grenze durch einen Wasserhorizont markiert — — | |
| Bunte Mergel und Sande der U.S.M. bis zur Talsohle | 15 m |

Binzwangen selbst liegt tiefer in U.S.M. Erst der Höhenzug gegen Waldhausen trägt wieder jüngere Ablagerungen der Molasse. Die Schichtfolge des Wegs vom Friedhof Binzwangen gegen den Landauhof (Profil Nr. 19) zeigt gewisse Ähnlichkeiten mit dem Profil des Gießhübels. Auf U.S.M. folgen auch hier gelbbraune Quarzglimmersande und Tone, welche gegen oben begrenzt sind von einer Konglomeratbank. Diese führt, wie eine andere wenig höhere konglomeratische Lage, den aus den K.Sch. bekannten *Viviparus suevicus* Wenz in zahlreichen Steinkernen. Mit diesen zusammen kommen Haifischzähne, Knochenreste, kleine Nager-

zähne und *Unio* sp. vor. Aus den Notizen und Belegstücken Hildenbrand's geht hervor, daß diese Stelle ihn bestimmte, M.M. einzutragen. „Auch dünne Schichten von Muscheln durchziehen einzelne Bänke, die viel eher den Eindruck einer Süßwasserbildung machen als von Marin" (O. Fraas 1888 a, S. 5).

Das Konglomeratlager ist besonders deutlich an einem Feldrain (Profil Nr. 20) und wieder zwischen Landauhof und Waldhausen nördlich 534,9 entwickelt. An der erstgenannten Stelle sind ihm auch wieder grobe Gerölle alpiner Abstammung beigemengt. *Viviparus suevicus* Wenz, Selachier- und Nagerzähne werden an beiden Orten häufig gefunden.

*Viviparus suevicus* Wenz ist für süße oder wenig brackische Ablagerungen bezeichnend. Für die Eingliederung der Konglomeratzone sind die Fremdgerölle von Bedeutung. Zur Zeit der K.Sch. erreichte bei Schaffhausen, im Seegebiet und bei Meßkirch ein alpiner Geröllvorstoß die Graupensandrinne (s. S. 330 ff). Es ist deshalb sehr wahrscheinlich, daß auch die Schotter bei Riedlingen dieser Schüttungsphase angehören. Selachierzähne treten in solcher Häufigkeit in den Gr.Sch. nirgends auf, dagegen wieder in den benachbarten K.Sch. südlich Sigmaringen. Das Eindringen der Haifische in die fluviatile Fazies bei Riedlingen wäre bei der geringen Entfernung nicht ungewöhnlich.

Die Liegendsande gehören nach ihrer Stellung unter den K.Sch. und ihrer petrographischen Ausbildung zu den Gr.Sch.

Die hangenden Sande und Sandsteine mit *Hydrobia semiconvexa* Sdbg.? vertreten wahrscheinlich die Cardien- und Congerienschichten des Ulmer Gebiets.

Vom Gießhübel südlich Binzwangen bis nach Waldhausen im Norden fällt die Konglomeratlage um etwa 40 m.

| | |
|---|---|
| Konglomerat am Gießhübel . . . . . | bei 597 m |
| „ im Profil gegen den Landauhof . . . . . | 579—580 m |
| „ am Südausgang von Waldhausen . . . . | 558 m |

Es liegen also die Gr.Sch. bei Waldhausen in der Höhe der Basissande des Österbergs (s. S. 270).

Es wurde erwähnt (s. S. 269), daß Hildenbrand diluvial aufgearbeitete Handstücke vom Bussen gesammelt hat, welche petrographisch ganz der Konglomeratbank von Binzwangen gleichen. In seinen Notizen nennt er noch einen leider heute vollständig verschütteten Aufschluß am Weg von Hailtingen nach Offingen/Dentingen („Heerlesberg"). Über tonigen Feinsanden

lagen hier am Südfuß des Bussen 86 cm grobe Sande mit Haifischzähnen, Nagerzähnen, Austerstücken und „fremden Geröllen". Darüber folgt 2,3 m feiner Sand. Hildenbrand hält die Sande für M.M. Es wäre dieses Vorkommen aber die einzige M.M. innerhalb der Graupensandrinne. So ist auch doppelte Vorsicht in der Beurteilung nötig. Die Austertrümmer sind stark gerollt und können deshalb auch aus der M.M., die heute noch nur schwach 4 km davon entfernt ansteht, aufgearbeitet worden sein. Für eine Transportrichtung aus S sprechen ja auch die „Fremdgerölle" Die abgerollten Haifischzähne sind belanglos und Nagerzähne finden sich ebenfalls reichlich in den K.Sch. südlich Riedlingen. Der Fazieswechsel stimmt mit der Entwicklung bei Binzwangen überein (feine Sande — Konglomerat und grober Sand — feine Sande). Auch die aus dieser Konglomeratschicht des Bussen erwähnten Gerölle (roter Porphyr, weißer Quarz, braunschwarzer Hornstein) liefern weitere Parallelen. Ich setze deshalb die unteren Sande des Profils den Gr.Sch. oder der U.S.M., die fossilführenden Grobsande und die Konglomerate nebst den oberen feinen Sanden den entsprechenden Schichten von Binzwangen gleich. Höher am Bussen zieht nach Miller (1872, S. 38) eine Süßwasserkalkbank mit *Hydrobia semiconvexa* Sdbg. (= *Litorinella acuta* Miller), *Planorbis*, *Lymnaeus*, *Cepaea* herum, welche mit der Hydrobienbank des Emerbergs verglichen werden kann.

Wir berühren damit die Frage nach der stratigraphischen Stellung der Süßwasserbildungen, welche die Gr.Sch. in der zweiten genannten Zone, am Emerberg u. a. O. (s. S. 320), bedecken. Sind sie eine Fazies der K.Sch. oder stellen wir einen Hiatus fest, so daß auf Gr.Sch. im wesentlichen unmittelbar die Übergangsschichten der O.S.M. folgen? Ich möchte letzteres annehmen wegen der scharfen faunistischen Trennung, dem vollständigen Fehlen der Cardien, Congerien und Viviparen in den genannten Süßwasserbildungen.

Südwestlich dieser Riedlinger Entwicklung sind erst wieder im Ablachtal, in der weiteren Umgebung von Meßkirch brackische K.Sch. in größerer Ausdehnung erhalten geblieben. Sie wurden dort bisher nur von Hildenbrand (Blatt Friedingen 1 : 50 000) ausgeschieden und sind dann wieder in Vergessenheit geraten (Teike 1921, 1923).

Nordöstlich Göggingen wird am Schloßbühl die U.S.M. etwa bei 645 m von Gr.Sch. mit spärlichen Graupensanden über-

deckt. Auf diesen liegen am Weg zur „Haselgasse" bei ungefähr 650 m grobe Sande mit alpinen Geröllen, *Congeria amygdaloides* Dkr., *Oncophora* sp., *Melanopsis impressa* Kr. An der Basis der Kiesgrube (südlich 667,6) sind nur wenig höher wieder tertiäre Sande aufgeschlossen mit stark gerollten Trümmern von Austernschalen und einer hangenden wenig mächtigen Lage, in welcher sich tertiäre und diluviale Komponenten zu vermischen scheinen.

Diese grobklastische Fazies der K.Sch. wurde von Hildenbrand zusammen mit den Gr.Sch. als „Meeresmolasse mit Granitgeröllen" entlang des Ablachtals in weiter Erstreckung kartiert. Sie konnte von mir noch festgestellt werden durch Lesesteine über der Mühle südlich Igelswies (auf der rechten Seite des Ablachtals unten am Waldrand). Hildenbrand beschreibt von dort einen nicht mehr vorhandenen Aufschluß: „eine wahre Nagelfluh; äußerlich hält man dieselbe für Moränennagelfluh, aber untersucht man sie, so geht sie erstens unter Tag und zweitens sind Haifischzähne nicht selten. Daneben in einer alten Grube schaut die Nagelfluh der M.M. wieder heraus. Darunter in groben Sanden stekken schneeweiße Schalen von turboartigen Spindelschnecken (= *Viviparus suevicus* Wenz.?) und merkwürdigerweise der *Mytilus* (= *Congeria*) der Brackwassermolasse". Wenig östlich sind am Rain die groben Sande heute noch in einer Grube erschlossen. „Im Tal (bei Menningen) kommt wieder ganz unerwartet der Kies der M.M. viel mächtiger als bei Igelswies. Haifischzähne findet man nach einigem Suchen, wenn man aber das Gestein nicht kennt, so kann man es leicht für Moräne halten." Noch am besten zugänglich sind die Schotter am ehemaligen Bierkeller (Flur „Wolfshalde") rechts der Straße von Meßkirch nach Leitishofen. Neben dem Keller steht über groben Quarzsanden ein festverkittetes Konglomerat an aus grobem alpinem Geröllmaterial und gerollten, aber schlecht gerundeten, oft lepolithischen Süßwasserkalkbrocken. Nicht selten werden die Schalen von *Melanopsis impressa* Kr. gefunden, vereinzelt auch Fischzähne (*Chrysophrys* sp.). Der grobe Sand zieht entlang des Wäldchens nach W hinauf und ist wieder in den alten Gruben oben auf dem Hauptbühl (Schießstand) südwestlich Meßkirch aufgeschlossen. Bis 15 cm Durchmesser erreichen hier die eingelagerten Gerölle: rote Granite, Porphyre, Quarzite, Glimmerquarzite, braune Hornsteine, vollständig entkalkte, zerfressene, poröse, ausgelaugte

Kieselgesteine verschiedensten Ursprungs. Wurden gerade hier auch keine Fossilien gefunden, so zweifle ich doch nicht an der Zugehörigkeit zu den K.Sch.

Ein anderes Vorkommen nennt Hildenbrand aus dem Tal des Aspenbachs südöstlich Schnerklingen. Dort „stehen grobe Gerölle von Pisolithen (= lepolithische Süßwasserkalke), Graniten und Quarzen an; darunter eine Lage von Grobsand mit vielen weißen Schalen von Zweischalern: *Mytilus (= Congeria)* und *Cardium sociale*". Feine Gr.Sande und darüber feine Sande mit Congerien fand ich noch an den Dachsbauen nördlich 622,4.

Aus diesen Beobachtungen geht mit großer Sicherheit hervor, daß bei Meßkirch über fossilleeren Gr.Sch. feine oder gröbere Sande und Geröllager alpiner Abstammung liegen, welche zu den K.Sch. zu stellen sind.

Westlich Meßkirch, an der Straße nach Hölzle bei der römischen Siedlung („Altstadt" bei Heudorf) wurden früher Eisenerze gegraben. Wie das Profil von Walchner (Zittel und Vogelgesang 1867, S. 33; Sandberger 1875, S. 554) und die Handstücke der Sammlungen erkennen lassen, handelt es sich nicht um eine gewöhnliche Bohnerzgrube, sondern um eine lagerhafte, gutgeschichtete Folge von Geröllen, groben wie feinen Sanden und Tonen, in welche Bohnerze eingeschwemmt liegen, wobei Eisenerz als Zement der verschiedensten Sedimente auftritt. (Vgl. Jäger 1839, S. 74; Achenbach 1859, S. 105.) Die unteren Lagen (55—85 cm), über einem Konglomerat aus Juragesteinen (1,45 m, s. S. 306), bestehen aus einem vererzten Graupensand (Quarz, Orthoklas) mit unzähligen Steinkernen des autochthonen *Viviparus suevicus* Wenz nebst einer *Brotia escheri* var. und *Unio*-Dubletten. Die höheren Schichten, Sande, Kiese und Konglomerate (0,68—1,15) lieferten zahlreiche Wirbeltierreste. In den Sammlungen in Tübingen und Stuttgart befinden sich auch noch mehrere Steinkerne von Congerien- und Cardiendubletten. Das ausfüllende und umgebende Gestein ist ein vererzter Ton. Die Zweischaler stammen also aus einer anderen Lage als die Wirbeltierreste und die Viviparen, doch ist die Schicht im Profil von Walchner nicht besonders gekennzeichnet. Sehr wichtig ist die Mitteilung, daß oben im „Haupterzlager" neben silberweißen Glimmerblättchen, Schnecken, Haifischzähnen, Tierknochen und Versteinerungen jurassischen Ursprungs ebenfalls Quarzgerölle,

Fragmente von „Molassesandsteinen“ und Granitgeschiebe gefunden wurden.

*Suevicus*-, Cardien- und Congerienschichten gehören zweifellos den K.Sch. an. Das „Haupterzlager“, das besonders Selachier- und Säugerreste geliefert hat, soll jüngeren Alters sein.

Die These von Kähn (1924, S. 361; 1925, S. 178): das Lager transgressiver mariner Fazies ist jünger als der jüngste darin gefundene Säugetierrest, kann hier schon deshalb nicht verfochten werden, da es sich ja nicht um marine Ablagerungen handelt; sie hat bisher auch keine allgemeine Bestätigung gefunden (s. S. 21; Moos 1926). Unter den Säugern von Heudorf sind Arten vorherrschend, welche im Mittel- und Obermiocän gleichermaßen vorkommen. Ein einzelner stark abgekauter Zahn, als M von *Hyotherium soemmeringi* v. M. bestimmt, veranlaßt Kähn, Obermiocän als jüngste durch Fossilien belegte Zeit anzunehmen. Diesem einzelnen, dazu schlecht erhaltenen Fund gegenüber dürfen wir entschieden zurückhaltender sein.

Der Fundort liegt, wie schon erwähnt, unmittelbar am Nordrand der Rinne an einer Stelle, wo ein Seitengewässer vom NW einmündete (s. S. 306). Die besondere Stellung erklärt die besondere Ausbildung. Aus dem nordwestlich gelegenen Einzugsgebiet wurden jurassische Versteinerungen, Bohnerze[15]), Juragerölle und vielleicht ein Teil der Selachierzähne nebst *Squalodon* eingeschwemmt. Marine Vertebraten können aber auch durch den brackischen Abschnitt der Rinne von der Mündung bei Schaffhausen her in die brackischfluviatile Fazies eingedrungen sein. Der Sandgehalt ist, wie die auffallend großen Feldspäte zeigen, den Gr.Sch. entnommen, nicht im wesentlichen der U.S.M. oder der M.M.

Die Fossilliste von Zittel und Vogelgesang (1867, S. 33) und Kähn (1924, S. 359) nennen als aufgearbeitete Jurafossilien auch Arcaceen. In der Tübinger Sammlung liegen mehrere als *Area* bestimmte Cardien der K.Sch. Das Gestein dieser „Arcaceen“ von Heudorf ist natürlich kein Jurakalk, sondern vererzter Ton der K.Sch. Dasselbe dürfte für „*Nulca* sp.“ (= *Cardium*?) und „*Mytilus pectinatus*“ (= Congerien) gelten.

[15]) An Hand noch anhaftenden Gesteins wäre zunächst zu untersuchen, welche Funde von „Heudorf“, „Mößkirch“, „römische Altstadt“ wirklich aus diesem Lager stammen (vgl. S. 219). Bestimmt nicht den K.Sch. wurde ein *Cervus*-Zahn, ebenso stark gerollte *Mastodon*- und *Rhinozeros*-Zahnstücke (pliocän?) entnommen.

Die Quarz- und Granitgerölle, nach Klähn (1924, S. 362) weitere Beweise für unterpliocäne, nach Moos (1926, S. 16) sogar diluviale Umlagerung, sprechen ebenfalls für Mittelmiocän. Ihr enger Verband mit brackischen Kirchberger Schichten auch bei Meßkirch wurde geschildert.

In den liegenden fluviatilen Juranagelfluh- und *Suevicus*-Schichten schritt die Ablagerung fort bis zu den obersten geröllführenden Säugetierlagern ohne jüngere Umlagerung. Bedeckt war diese Folge wieder von Juranagelfluh (Quenstedt 1881, S. 27).

Mit den Heudorfer vererzten Sanden stimmt petrographisch (heller Glimmer, Graupen von Quarz und Orthoklas, eingeschwemmte Bohnerze, Eisenerz als Zement) vollständig überein ein „Bohnerzvorkommen" von Jungnau im Laucherttal, keine Schlotfüllung, sondern eine „lagerhaft" ausgedehnte Ablagerung, aus welcher Schlosser (1902) folgende Reste erwähnt:

*Dinotherium bavaricum-giganteum* S. 53.
*Dicrocerus furcatus* Hensel sp. Geweihfragment, *Astragulus*, Femur, Humerus S. 136 und 72. Fundortangabe „Hochberg" S. 132 ist falsch. Belegstücke in Tübingen.
*? Teleoceras brachypus* Lart sp. S. 105. Belegstück fehlt.
*Rhinoceros* cfr. *schleiermacheri* Kaup. S. 138 ohne Beschreibung genannt; Fundortangabe „Hochberg" S. 131 falsch. Belegstück in Tübingen.
*Rhonzotherium* cfr. *velaunum* Aym. Taf. 5 Fig. 25. Fundortangabe „Hochberg" S. 112 falsch. Belegstück in Tübingen[16].
*? Aceratherium tetradactylum* Lart. S. 136.

Nach Quenstedt (1877, S. 46) und Belegstücken in Tübingen kommen weiter vor: Krokodilzähne, Panzerstücke riesiger Landschildkröten, *Unio*-Dubletten, *Paludina* (= *Viviparus*?) und aufgearbeitete Jurafossilien, Quenstedt (1876, S. 14) und Koken (1908, S. 125) vergleichen die Ablagerungen mit den Paludinenschichten (= *Suevicus*-Schichten) von Oberkirchberg. Dafür spricht nicht nur die petrographisch vollständig gleiche Ausbildung mit Heudorf, das aufgearbeitete Graupensandmaterial, sondern auch die Fossilvergesellschaftung. Eine Revision unter Berücksichtigung des in Tübingen liegenden Materials wird die cfr.-Bestimmungen verschwinden lassen, insbesondere das *Rhinoceros schleiermacheri* Kaup.

Petrographisch dieselbe Ausbildung zeigen einzelne Handstücke, welche unter der Bezeichnung „Hohberg" oder „Hoch-

[16] *Bachitherium medium* Filh., Schlosser 1902, S. 67, wird S. 131 unter Hochberg genannt!

berg bei Jungnau" der Sammlung in Tübingen eingeordnet sind. Sie enthalten *Crocodilus* sp. (Zähne), Selachierzähne, *Teleoceras brachypus* Lart. sp. (Schlosser 1902, S. 105). Es könnte sein, daß wie bei Heudorf drei, so hier zwei Bezeichnungen für denselben (zwischen beiden Orten liegenden?) Fundort in Gebrauch kamen. Jungnau liegt außerhalb der Graupensandrinne. Infolgedessen ist mit diesem Vorkommen auch ein tektonisches Problem verknüpft (s. S. 351).

**Zusammenfassung:** s. Abb. Nr. 12.

Überblickt man das Gefundene, so fällt bei Riedlingen eine Zone mit brackischen Faziesausbildungen entlang des Nordrandes der Rinne auf, welcher fluviatile Ablagerungen oder eine Sedimentlücke im übrigen Teil der Rinne gegenüberstehen.

Wir erkennen einen schmalen, randlichen brackischen Arm, welcher Hegau- und Ulmer Gebiet verbindet und nur bei Sigmaringen durch Denudation unterbrochen ist. Der Rinnenabschnitt Zwiefalten—Meßkirch ist offensichtlich im Vergleich mit den angrenzenden Abschnitten des Ulmer und Hegaugebiets weniger stark abgesunken, so daß die brackische Ingression nur in einer tektonisch besonders ausgezeichneten Zone, in einer nördlichen Tiefenlinie eindringen konnte. Auf diese Tiefenlinie sind wir schon bei den Gr.Sch. gestoßen.

Das Alter der einzelnen tektonischen Phasen bei Zwiefalten ist im einzelnen noch nicht bestimmt. Wir erkennen: Albsüdrandflexur; gestörte Lage der Gr.Sch. und der O.S.M.; Lautertalstörung (zwischen Oberwilzingen und Frankenhofen entlang des Südostfußes des „Bergholz"—„Heumacher"—„Felgenhau"—„Hochberg"—„Haldenhau"—„Niederhau" im Zusammenhang mit einem Fallen der Juratertiärgrenze gegen NW gegen Baach, Granheim und Erbstetten s. S. 276); Gauingerstörung (vom Lämmerstein nach SSW entlang des Ostfußes des „Banholz"—„Spechtberg"—„Gaiholz"—„Katzensteige" zusammen mit einem Fallen der Grenze Jura/O.S.M. im Teutschbuch zwischen Baach und Upflamör nach W: Schanzberg bei 665 m, südwestlich Mörsingen bei 625 m); Hayinger Störung (entlang des Ostfußes des „Katzenlauh"—„Alenberg"—„Kappesbühl" von Münzdorf nach S). Kiderlen 1928.

Das Sigmaringer Gebiet weicht auch darin ab, daß bei Meßkirch und Riedlingen eine grobklastische Fazies, Ablagerungen von S her kommender Ströme (s. S. 333 ff.), zur Ausbildung kam und ein Teil der K.Sch. aus umgelagerten Gr.Sch. besteht (Heudorf, Binzwangen,

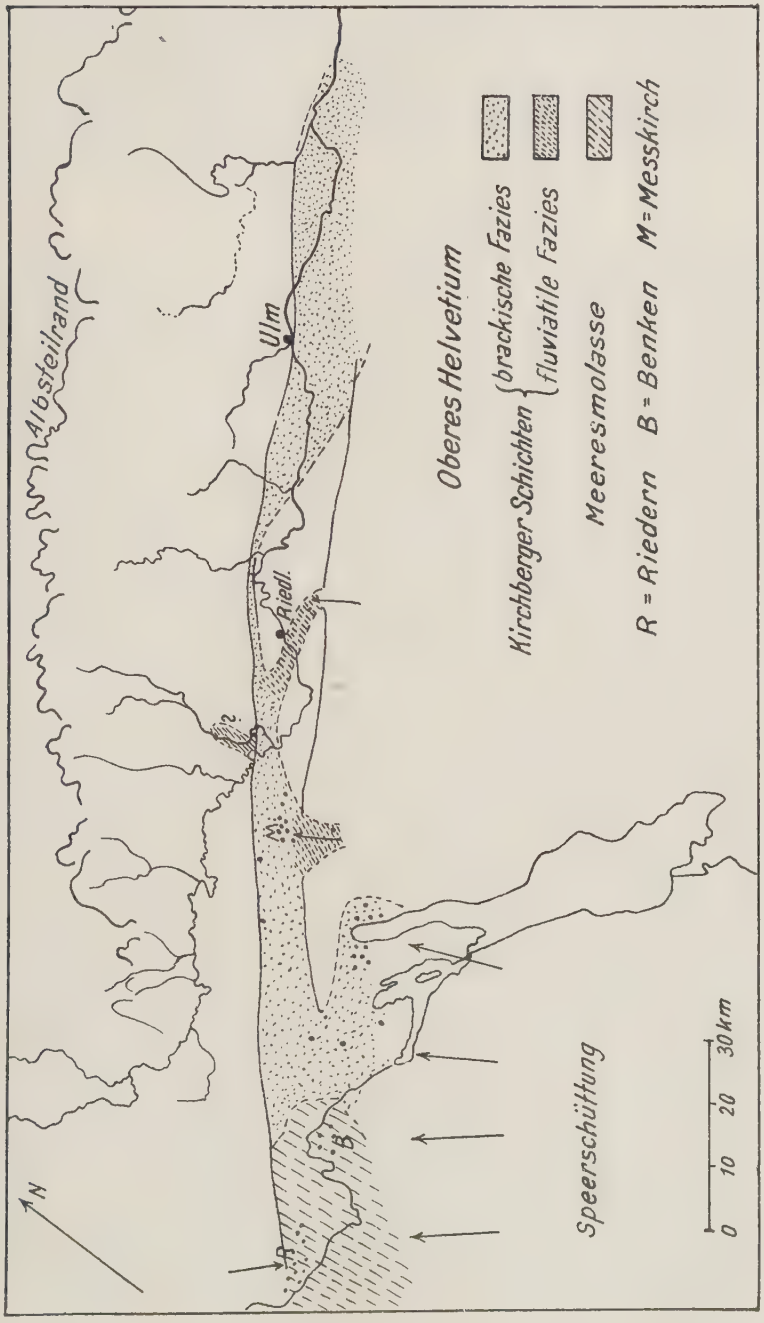

Albsteilrand
Ulm
Riedl.
Oberes Helvetium
Kirchberger Schichten (brackische Fazies
fluviatile Fazies
Meeresmolasse
R = Riedern B = Benken M = Messkirch
Speerschüttung
N
0 10 20 30 km

Abb. 12.

Bussen), also Aufarbeitung des Untergrundes stattfand in einer Zeit, in welcher in den Nachbargebieten die Auffüllung der Rinne ohne größere Unterbrechungen vor sich ging. Im Zusammenhang damit ist verständlich, daß die Schichtfolge, die Tektonik im Ulmer Gebiet eine andere ist als im Hegau und bei Schaffhausen.

### Die Ingression des Meeres.

Beachtet man nur das Südwestende der Graupensandrinne, so ist der Vorgang, welcher zur Ablagerung der K.Sch. geführt hat, leicht zu überblicken. Das breite Tal der Rinne wird infolge einer Senkung des Gebiets von seiner Mündung bei Schaffhausen bis südlich Sigmaringen von einer brackischen Bucht erfüllt, in welcher sich tonige, feinsandige und grobklastische Schichten ablagern.

Mit diesem Eindringen des Meeres von SW kann die brackische Bucht des Ulmer Gebiets aber nur schwer in Verbindung gebracht werden. Dazwischen liegt ein gegen 25 km langer Abschnitt, in welchem die brackische Fazies bis auf eine schmale Zone verdrängt ist. Es scheint mir deshalb nach Untersuchung des Riedlinger Gebiets jetzt richtiger (opp. Kiderlen 1928), eine Ingression in die Rinne auch von O, von Niederbayern her anzunehmen (Abb. Nr. 13). Das Eindringen des Meeres von beiden Seiten ist bei dem besonderen Charakter der Graupensandrinne wohl möglich (s. S. 302). Für die Ingression von O spricht auch die überlieferte Fazies der Ulmer Bucht. Es ist bekannt, daß die Cardien, die Congerien, Melanopsiden, die *Oncophora*, der *Viviparus suevicus* Wenz in gleichen oder ähnlichen Formen im niederbayrischen (Ammon 1887), österreichischen und mährischen Tertiär wieder auftreten. Diese Verwandtschaft der Faunen hat auch Teilen des niederbayrischen Tertiärs die Bezeichnung „Kirchberger Schichten" eingebracht (s. S. 354). Offensichtlich ist die brackische Fauna des Hegaus viel artenärmer. Sei es, daß nicht alle Arten durch den Riedlinger Engpaß oder auf dem Umweg über die noch wenig untersuchte subalpine Molasse (Cardienmergel des Pfänders: Heim Arn. 1928, S. 9) nach W gelangten, sei es, daß im Hegau nicht die gleichen günstigen biologischen Bedingungen erfüllt waren, beides spricht ebenfalls dagegen, daß die Fauna der Ulmer Gegend mit einer marinen Ingression von SW her erklärt werden darf.

### Die Austernagelfluh.

In welche marine Ablagerungen die K.Sch. des Hegau nach SW übergehen, kann infolge der umfangreichen diluvialen Ausräumung nicht mehr unmittelbar beobachtet werden. Es bleibt noch übrig, das Sedimentdach der Gr.Sch. von Riedern und Benken zu prüfen, wie weit sich Beziehungen zu den brackischen Schichten des Reyath ergeben.

Benken:

Die roten, schräggeschichteten, hier marin ausgebildeten Gr.Sch. werden oben in schärfster Diskordanz abgeschnitten von grüngrauen ebenfalls marinen Sanden (Profil Nr. 25). Diese hangende grobe M.M. umschloß auch eine Tonschmitze mit unzerbrochenen Schalen von *Congeria amygdaloides* sp. und *Chrysophrys*-Zähnen und wird wieder südlich Wildenbusch über U.S.M. und südwestlich Schlatt aufgeschlossen gefunden (weitere Vorkommen siehe Gutzwiller 1883, S. 61). Austern, *Pecten*-Trümmer und Haifischzähne sind allgemein häufig. Nicht nur die Congerien, sondern auch die auffallende Diskordanz im Liegenden hat die M.M. mit den K.Sch. des Reyath gemein, weshalb wir mit Recht in beiden gleichzeitige Bildungen sehen. Eine oberflächliche Verwitterungsrinde der Gr.Sch. (Hug 1907, S. 8) konnte ich nicht erkennen. Die von Hug erwähnte schwache Eisenbraunfärbung der Grenzzone wird einfacher erklärt als Grenzfällung an Schichten verschiedenen Ton- und Porenvolumengehalts. Nicht subaerische Exposition und die Einwirkung der Atmosphärilien (Gutzwiller 1883, S. 65; Hug 1907, S. 8) haben die unregelmäßige, auf und ab steigende Grenzfläche geschaffen, sondern eine starke Strömung in Verbindung mit einer tektonischen Bewegung. Auf bedeutendere Strömung kann aus den groben Geröllen, aus dem raschen Auskeilen der einzelnen Schichtpakete, aus der Schrägschichtung der hangenden M.M. geschlossen werden. Das dabei umgelagerte Material der liegenden marinen Graupensande kommt in den unteren Lagen der hangenden M.M. wieder zum Vorschein, wenn die Tonverunreinigungen abgeschlämmt werden.

Riedern:

Die Gr.Sch. werden auch hier von einer unebenen Diskordanzfläche abgeschnitten. Im Nordostteil der Grube liegt darauf ein grobes, meist aus Geröllen des Schichtstufenlandes, weniger aus

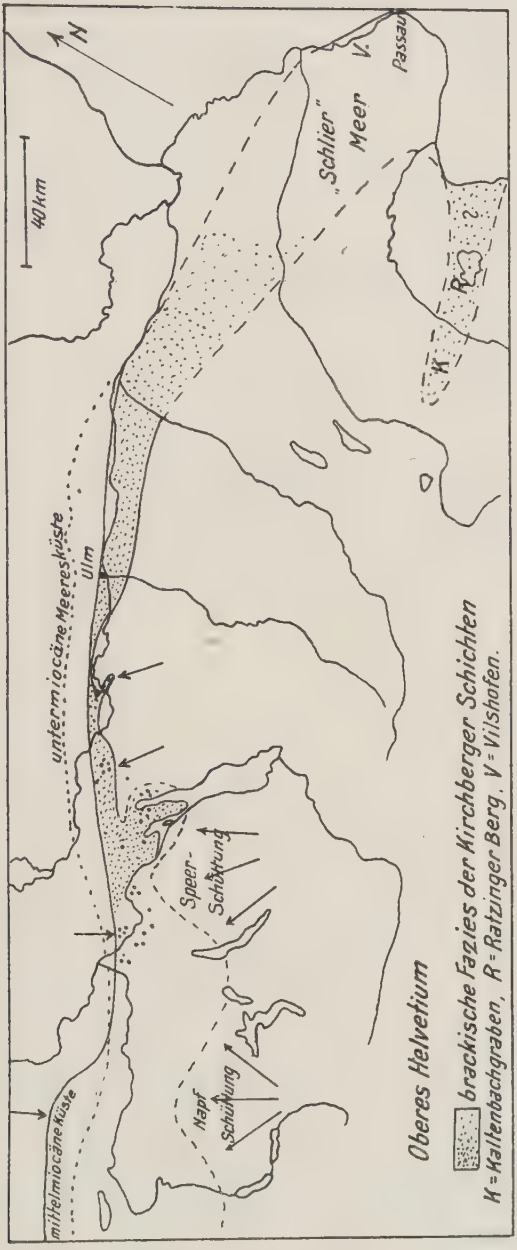

N
40 km
„Schlier" Meer
V.
Passau
R
K
untermiocäne Meeresküste
Ulm
mittelmiocäne Küste
Speer-Schüttung
Napf-Schüttung
Oberes Helvetium
brackische Fazies der Kirchberger Schichten
K = Kaltenbachgraben, R = Ratzinger Berg, V = Vilshofen.

Abb. 13.

alpinen Geschieben zusammengesetztes Konglomerat. Einzelne Austertrümmer, Knochenstücke und gut erhaltene Haifischzähne lieferte schon eine kurze Aufsammlung. Feine Sandmergel, welche ihrerseits von Juranagelfluh überdeckt werden, schließen das Grubenprofil nach oben ab (Profil Nr. 24).

Zwischen Benken, Reyath und Riedern und nach W weiter bis zum Rhein dehnt sich die Austernagelfluh aus. Unterlagert wird dieses marine Konglomerat im S von einer mächtigen nach N auskeilenden Schichtfolge der U.S.M., im N deshalb unmittelbar von Weißem Jura oder einer dünnen Bohnerztonlage. Die Austernagelfluh geht nach oben über in die erst im Hangenden ganz ausgesüßten, aus Sanden mit dünnen Geröllagern bestehenden „Melanienschichten". Darüber liegt auch hier die mächtige Juranagelfluhserie der O.S.M. (Würtenberger 1870).

Die Austernagelfluh hält sich südlich der Sandgrube bei Riedern im Niveau der Gr.Sch. Kein Aufschluß legt das Grenzgebiet bloß. Um so wertvoller ist ein Profil, das Würtenberger (1870, S. 487) von einer etwa 1,5 km südwestlich der Sandgrube gelegenen Steige gibt. Die Schichtfolge war, vereinfacht dargestellt:

| | |
|---|---|
| Juranagelfluh | 11,5 m |
| Sandige Mergel und Sandsteine mit schmalem Juranagelfluhgeröllband | 57,2 m |
| Loser Glimmersand | 5,7 m |
| Geröllband aus alpinen Gesteinen und Jura-, Muschelkalkgeschieben mit spärlichen Austertrümmern | 0,3—0,4 m |
| Glimmersand mit Austerschalen | 4,0 m |
| Austernagelfluh mit alpinen Geröllen und Trias-, Juramaterial. | |
| Graupensande mit Muschelkalk und Jurageschieben | 2,9 m |

Über der Austernagelfluh läßt die Geröllzufuhr nach; zugleich scheint sich das Meer auszusüßen, denn die Austern werden seltener und fehlen in den höheren Sanden ganz. Diese Zone hat nach einer ganz lokalen Faziesbildung den wenig bezeichnenden Namen „Melanienschichten" bekommen. Mit dem Ende des Meeres hören auch die alpinen Komponenten unter den Geschieben auf. Die Juranagelfluh ist frei von ihnen. Aus dem Profil geht eindeutig hervor, daß die Austernagelfluh an dieser Stelle jünger, z. T. vielleicht auch noch gleich alt ist wie die Gr.Sch. Das hangende Konglomerat von Riedern und die Obere M.M. von Benken sind beides Äquivalente der Austernagelfluh.

Austernagelfluh und Randengrobkalk:

Rollier (1903), Schalch und Gutzwiller (1904) haben das Altersverhältnis des Randengrobkalkes und der Austernagelfluh schon erörtert. Das Ergebnis war, daß man bisher den Randengrobkalk jünger als die Austernagelfluh, ja als jüngste Bildung der M.M. überhaupt oder doch mindestens gleich alt mit der Austernagelfluh angesehen hat. Stellen wir jetzt den Randengrobkalk in das Burdigalium, die Austernagelfluh in das Helvetium, so seien die maßgebenden Punkte und die Gründe der alten Gliederung noch einmal kurz zusammengefaßt.

Nach Rollier (1903, S. 477) geht die Austernagelfluh als jüngste marine Schicht in den Randengrobkalk über. Der Beweis auf Grund alpiner Geröllkomponenten ist hinfällig, wie schon Gutzwiller und Schalch z. T. gezeigt haben.

Gegen ein höheres Alter des Randengrobkalks wird angeführt, daß im nördlichen Kanton Zürich, am Kaltwang u. a. O., wenn der Randengrobkalk älter sein soll als die Austernagelfluh, gegen das Beckeninnere zu die Äquivalente des Randengrobkalks fehlen.

Sicher sind die Gr.Sch. des Hegau und Reyath jünger als die Grobkalke des Typus Thengen und des Randen, ebenso wie die Gr.Sch. bei Ulm jünger sind als die Turritellenschichten von Ermingen. Die M.M. fehlt hier ganz gesetzmäßig überall gegen das Beckeninnere zu, da sie im Bereich der Gr.Sch. und K.Sch. ausgeräumt wurde. Die Gr.Sch. werden bei Riedern und Benken überlagert von der Austernagelfluh. Diese ist also jünger, z.T. vielleicht noch gleich alt wie die Gr.Sch. Die Austernagelfluh ist ihrerseits, wie die Gr.Sch. von der M.M. des Hochsträß bei Ulm, geschieden durch eine Denudationszone von der M.M. der Küssaburg (Äquivalent des Randengrobkalks). Erst auf Blatt Lienheim scheinen sich burdigale und helvetische M.M. zu berühren. Die burdigale M.M. fehlt also im Bereich der Austernagelfluh von Schaffhausen, weil sie dort ausgeräumt worden ist, wie überall in Reichweite der Gr. und K.Sch. Erst südlich des Rheins in der Aargauer Molasse kann eine Überlagerung der beiden marinen Schichtfolgen erwartet werden. Man muß sich dabei hüten, die genannte Austernagelfluh mit den faziell sehr ähnlichen, ebenfalls Austern führenden Geröllagern der M 3- und D-Schichten der Schwäbischen M.M. zu parallelisieren.

**Die Geröllager der Kirchberger Schichten und alpine Flußsysteme.**

Vielleicht ein Teil der Speerdeltaausstrahlung (s. S. 262), vielleicht aber auch Ablagerungen eines anderen alpinen Flusses sind die Geröllschichten des Typus Bonndorf (s. S. 265) im Überlinger Seegebiet. Der Kaienhohlweg bei Bonndorf (Kiderlen 1928, S. 605) zeigt die burdigale M.M. bedeckt von einem 2—3 m mächtigen Schotterlager aus groben Geschieben alpiner Abstammung, einzelnen Süßwasserkalkblöcken und Schalen von *Melanopsis impressa* Kr. Darüber liegen feine glaukonitfreie Sande (11 m), welche ihrerseits in Tone, Mergel und Süßwasserkalke mit Landschnecken übergehen.

Westlich Bonndorf ist diese Geröllstufe in der Kiesgrube des Weiherholz schon Knupfer (1912) bekannt durch die zahlreichen *Melanopsis*-Schalen (— *impressa*; *Mel. kleini* Kurr, von Knupfer genannt, wurde nicht festgestellt). Nicht selten konnte jetzt auch *Congeria amygdaloides* Dunk., oft als Dubletten erhalten, gefunden werden. In der Kiesgrube oberhalb des Mühlberghofs (Bodanrücken) wurde ebenfalls *Melanopsis impressa* Kr. gesammelt und daneben nach Schmidle (1918 a, S. 67) auch der Rest eines kleinen Cardiums. Wenn dieses Stück nicht aus der liegenden M.M. aufgearbeitet worden ist, so könnte man daraus mit Annäherung an die Graupensandrinne ein Brackischerwerden des Wassers ablesen. Die nicht seltenen Haifischzähne liegen primär oder sekundär, die kleinen Schalentrümmer mariner Mollusken und Balaniden, welche besonders in der unteren Region der Geröllstufe auftreten, dagegen sicher sekundär eingebettet. In einer Kiesgrube des Böhlerbergs ist deutlich zu sehen, wie an der Basis der liegende fossilreiche Sand der M.M. in kleineren und größeren Partien in die Geröllstufe aufgenommen wurde.

Diese *M. impressa* Kr., seltener *Congeria amygdaloides* Dkr. führende und deshalb den K.Sch. äquivalente Geröllstufe entspricht ungefähr den „Feinsanden" von Schmidle (1918 a, S. 67, 68). Sie wurde bisher nachgewiesen entlang der Nordseite des Überlinger Sees an der neuen und alten Sipplinger Steige, bei Bonndorf, Ludwigshafen, ferner auf der Bodanhalbinsel am Böhlerberg, Oberholz (Profil Nr. 7), beim Mühlsberghof, Liggeringen, Bodman, wahrscheinlich auch bei Kaltbronn, auf der Bodenburg, am Hals und wieder am Buchbühl bei Singen, am Hohentwiel

(„Meeresmolasse“, Schmidle 1930) und Schienerberg (Schalch 1883, bei Bankholzen). Die Mächtigkeit der Schotter nimmt mit Annäherung an die Graupensandrinne zu.

| | |
|---|---|
| alte Sipplinger Steige | 0,25 m |
| neue „ „ | 1,00 m |
| Rehag Liggeringen | 2,00 m |
| Kaienhohlweg | 2—3 m |
| Weiherholz | 5—6 m |
| Gütletal bei Bodman | 5,0 m |
| Oberholz bei Stahringen | 6 m |
| Böhlerberg bei „ | 5,5 m |

Die Fazies ist, soweit die Congerien reichen, brackisch. Auffallend sind die oft nur kantengerundeten Süßwasserkalkbrocken deren Durchmesser bis zu 30 cm einen weiten Transport ausschließt. Das Gestein wechselt bei Stahringen und Bonndorf zwischen einem hellbraunen Sandkalk und einem gleichgefärbten Kalkmergel. Die gleichmäßige Grundmasse enthält öfters kleine Kalkknöllchen eingeschlossen (wie in manchen „Pisolithen“ der U.S.M. und O.S.M.). Der Kalk ähnelt sehr manchen Stücken der Knollenkalkstufe (K), so daß Knupfer irrtümlicherweise beide für denselben Horizont nahm (s. S. 264 ff.). Eine vollständige Übereinstimmung besteht jedoch nicht. Der Knollenkalk hat sein typisches Gepräge durch Aufnahme und Umkrustung verwitterter Süßwasserstücke erst dann erhalten (s. S. 337 ff.), als dieser Süßwasserkalk in anderen Gebieten zu Geschieben aufgearbeitet schon in der Geröllstufe sedimentiert worden war.

| | |
|---|---|
| Sekundäres Lager in der K.Stufe | O.S.M. |
| Sekund. Lager in der Geröllstufe, Typ Bonndorf | K.Sch. |
| Aufarbeitung und Exposition | Gr.Sch. |
| Süßwasserkalk als jüngste Bildung der Deckschichten | M.M. |

Wie zu erwarten, schließen sich Geröllstufe und die Knollenkalkstufe in ihren Verbreitungsgebieten aus.

Die Geröllstufe des Bodenseegebiets lenkt wieder die Aufmerksamkeit auf die Gerölle der Meßkircher Umgebung, deren Vorkommen schon eingehend geschildert wurden (s. S. 323 ff.).

7,5 km südöstlich der erwähnten Geröllfunde im Aspenbachtal liegen in einem Hohlweg nördlich Gaisweiler grobe Kon-

glomerate alpiner Gerölle und Süßwasserkalkbrocken. Die Schichtfolge ist heute nicht mehr durchgehend erschlossen, wird jedoch von Hildenbrand in seinen Notizen beschrieben:

Diluviale Schotter

---

Feiner gelber Quarzglimmersand

Grober Sand mit Geschieben aus „blauem Quarz, rotem Porphyr, rotem Granit, schwarzen Feuer- und Hornsteinen, großen (30—50 cm) Süßwasserkalkbrocken, grünem Stein, blauem Kalk und Haifischzähen" = K.Sch.

---

„Meeresmolasse" mit Feinsanden.

Derselbe Horizont dürfte auch durch die alpinen Geschiebe von Sentenhart (Quenstedt 1881, S. 29) vertreten sein. Die beiden Geröllagen gleichen der Bonndorf-Geröllstufe des Bodenseegebiets und befinden sich wie diese auch schon außerhalb der Graupensandrinne. Nach dem stratigraphischen Verband, zwischen M.M. und Feinsanden, nach der geographischen Lage südöstlich Meßkirch, also in einem Gebiet, welches der Fluß, der die alpinen Gerölle von Meßkirch herbeitransportierte, am ehesten durchquert hat, auch nach den Süßwasserkalkbrocken zu urteilen, ist das Geröllvorkommen von Gaisweiler (Sentenhart) mit den Meßkircher Schottern zu vereinigen.

Daß sich auch den Fremdgeröllen der *Suevicus*-Sande im Riedlinger Gebiet südöstlich gelegene Schotter außerhalb der Rinne einmal zuteilen lassen, erscheint wohl möglich. So nennt Hildenbrand eine Kiesgrube nördlich des Seelenhof (nordwestlich Buchhau), in welcher unter die alpinen Gerölle auch Süßwasserkalke gemischt sind. Es könnte sein, daß nicht diluviale, sondern mittelmiocäne Schotter hier abgebaut wurden. Bei der Spezialaufnahme der oberschwäbischen Molasse ist auf diese alten tertiären Schotter besonders zu achten.

Da sich diese Flußsysteme südlich der Rinne in M.M. eintiefen mußten, ist auch das Auftreten umgelagerter mariner Komponenten in den K.Sch. nicht verwunderlich (spärlicher Glaukonit in Profil Nr. 19, in dem Konglomerat bei 534,9, s. S. 94 und im weichen Sandstein des „Härlen" etwa bei 595 m am Südfuß des Bussen; stark gerollte Austerntrümmer s. S. 323, 324, Profil Nr. 20 und im Konglomerat bei 534,9; Haifischzähne z. T.).

Die Schotter des Seegebiets, der Meßkircher und Riedlinger Umgebung sind getrennt durch Zonen, in welchen solche fehlen und die

Knollenkalkstufe typisch auf den Deckschichten der M.M. liegt. Wir schließen daraus, daß getrennte Flußsysteme die Geschiebe abgelagert haben, die vielleicht aus dem Allgäu-Sektor der subalpinen Molasse herstammen. Es ist bezeichnend, daß in dieser Zeit eine maximale Ausdehnung alpiner Schuttströme bis zum Jura auch in der Schweiz beobachtet wird.

**Der helvetische Hiatus außerhalb der Graupensandrinne.**

Während der Funktion der Graupensandrinne als Flußtal und brackische Bucht muß rechts und links davon das Gebiet trocken gelegen haben. Im Widerspruch dazu steht die oft vertretene Anschauung, daß die M.M. nach oben in die Süßwasserschichten übergeht. Bei der Besprechung der M.M. wurde bisher nur allgemein festgestellt, daß über marinen Flachseebildungen (M 3 s) feine Sande und Sandmergel, die Deckschichten, liegen, darüber der „Knollenkalk" und dann die Sande, Tonmergel oder Süßwasserkalke der O.S.M. folgen.

Diese Grenzzone ist zurzeit besonders gut aufgeschlossen unmittelbar südlich der Hammerschmiedmühle bei M i e t e r k i n g e n (Blatt Saulgau; Profil Nr. 6). Auf der geognostischen Karte ist zwar der ganze Schichtkomplex als U.S.M. eingetragen (O. Fraas 1888 a, S. 4, 6). Schuld daran ist die anomal tiefe, nur tektonisch zu erklärende Lage, in welcher sonst U.S.M. aufzutreten pflegt. Die Sande sind aber marin, wie der hohe Glaukonitgehalt in den unteren Lagen des angegebenen Profils und in Sanden, die bei Kellergrabungen südlich Mieterkingen gefördert wurden, beweist. Der hangende Süßwasserkalk entspricht wiederum dem schon von Hildenbrand als Decke der M.M. bei Moosheim eingezeichneten Knollenkalk, da er sich auch dazwischen in entsprechender stratigraphischer Lage südlich Mieterkingen und südlich Schwarzach feststellen läßt. Der Aufschluß bei der Hammerschmiedmühle zeigt einen vollständigen Übergang von liegenden marinen Glaukonitsanden zu hangenden lichtgelben Kalkmergeln. Die Grenzen des Profils sind, um nur etwa die Mächtigkeiten angeben zu können, durchaus willkürlich gezogen. Nach oben schließt das Tertiär mit einem K n o l l e n k a l k ab, in welchem durch ihre andere Farbe recht auffallend unregelmäßig geformte Stücke des darunter liegenden Kalkmergels in großer Zahl in eine kalkige Grundmasse

eingebettet liegen. Es besteht kein Zweifel, daß hier eine aufgearbeitete Liegendschicht erneut sedimentiert wurde und es liegt nahe, die Exposition dieser Liegendschicht mit dem das ganze Helvetium umfassenden Hiatus in Beziehung zu setzen.

### Die Knollenkalkschicht:

Wir sehen, daß die Knollenkalkschicht sich überall außerhalb der Graupensandrinne in gleicher oder ähnlicher Weise zwischen die Deckschichten und die O.S.M. einschiebt. Die Kalke haben sehr viel Ähnlichkeit mit den sog. Pisolithen der unteren und oberen Süßwasserschichten. Diese Bildungen sind Süßwasserkalke strandnaher Fazies, welche in einer einheitlichen Grundmasse verschieden gefromte rundliche Kalkkörper bis zu einer Größe von mehreren Zentimetern Durchmesser mit konzentrisch-schaliger Umkrustung enthalten. „Die Kernmasse stellt lediglich die Zusammenballung von Kalkschlamm dar, dieser verhärtet und wird an flachen Ufern hin und her gerollt, wobei sich aus dem kalkigschlammigen Wasser eine kalkige Kruste um den Kern niederschlägt, die mehr und mehr weiterwächst“ (Berz 1915, S. 340). Es ist möglich, daß ein Sphärit mehrere kleine umschließt, also Zusammenballung, Aufarbeitung und Rollung mehrmals wechselt.

Da nach Kumm (1926, S. 32) mit Pisoid (Pisolith) nur noch in heißen Quellen entstandene Sphärite bezeichnet werden sollen, so schlage ich für die im folgenden geschilderten Sphärite den Namen Lepoid (Lepolith) nach *τὸ λέπος* = die Kruste, Schale, Rinde vor.

Schema der Knollenkalkgenese — Lepolithbildung:
Sedimentation von Mergeln, Mergel- und Süßwasserkalken als jüngste Ablagerungen der M.M.-Schichtfolge. Burdigalium.

---

Trockenlegung, Exposition und Verwitterung während des Funktionierens der Graupensandrinne. Helvetium.
Abbauprodukte der oberen Lagen der M.M.

a) ± grobe verschieden geformte Bruchstücke als lokkerer Verwitterungsschutt.

b) feiner Verwitterungsdetritus und Sand z. T. rot gefärbt.

Transgression der oberen Süßwassermolasse. Tortonium.

| | |
|---|---|
| Lepoidbildung durch Inkrustation lockerer, grober Verwitterungsprodukte. Die Lepoidkerne unterscheiden sich wesentlich von der Grundmasse des Lepoliths, es sei denn, daß diese durch Aufnahme von sehr viel feinstem Verwitterungsprodukt im Aussehen sehr nahe der liegenden aufgearbeiteten Schicht kommt. | Vermischung der feinen Verwitterungsrückstände mit neu herbeigebrachtem Sedimentmaterial. Lepoidbildung durch Inkrustation zusammengeballten Schlamms. Lepoide, deren Kern sich von der Grundmasse des Lepoliths nicht wesentlich zu unterscheiden braucht. Als Anzeichen der helvet. Exposition ist häufig eine Rotfärbung zu bemerken. |

Darnach unterscheidet sich der Lepolith der „Knollenkalke" von der Mehrzahl der Lepolithe der U. und O.S.M. darin, daß die umkrusteten Kerne zum größten Teil aufgearbeitete Bruchstücke einer schon dia- und metagenetisch veränderten Liegendschicht darstellen[17] und nicht lediglich durch Zusammenballung von Kalkschlamm entstanden sind. Ganz gleich sind an der Basis der U.S.M. (ζ-Steinbruch von Einsingen bei Ulm) durch Inkrustation lockeren Weißjuraschuttes Lepolithe entstanden. Der Knollenkalk ist natürlich kein durchgehendes Gestein, da seine Bildungsbedingungen nicht überall erfüllt waren.

Südlich der Graupensandrinne können aus der Molasse noch weitere Beispiele helvetischer Aufarbeitung, erneuter Sedimentation der Restprodukte mit gleichzeitiger Lepolithbildung angeführt werden. Der Knollenkalk ist auf der rechten Seite des Rißtals von der Grenze D/O.S.M. bekannt von einer Brunnengrabung bei Bußmannshausen (Notiz von Bach). Er zieht weiter über Walpertshofen — Mietingen — Baltringen — Sulmingen — Heggbacher Mühle nach Äpfingen (s. S. 243; zwischen „Wolfslöcher"—„Wachtbühl"—„Schnecken" bei Mietingen, Beizlesberg bei Baltringen, von dort zum Talgrund der Heggbacher Mühle, vgl. Probst 1868, S. 181; Berg zwischen Sulmingen und Äpfingen).

Über die weitere Verbreitung der Stufe wurde bei der Schilderung der M.M. schon das Wichtigste gesagt (s. S. 243 ff.). Nur einzelne charakteristische Fälle seien noch erwähnt.

---

[17] Diese Beobachtung veranlaßt mich, den Knollenkalk als eine Transgressions-, nicht mehr als Regressionsbildung (Kiderlen 1928, S. 606) aufzufassen!

Feldweg Mietingen Ort — P. 546,9:
Lepoidkerne aus rotem bis braunrotem Kalk und Kalkmergel, Grundmasse lichtgrauer Kalk.
Moosheim, Steigle nach Nonnenweiler:
Lepoidkerne aus rotem und hellrot bis grauem Kalkmergel, Grundmasse ein brauner Süßwasserkalk. Einzelne Kerne bestehen auch aus schwarzgrauem Kalk.

Abb. 14. Lepoidquerschnitte aus der Knollenkalkstufe des Böhlerberg bei Owingen. a) Lepoidkern aus braunem kristallinem Sußwasserkalk, b) aus grauschwarzem Süßwasserkalk.

Mettenbuch, östlich Pfullendorf:
Lepoidkerne braungrauer bis schwarzer Kalk; Kruste rot gebändert; Grundmasse lichtgraubrauner Kalk.
Waldrand westlich Böhlershof bei Owingen:
Unverkittet lagen in einem kurzen Abschnitt des sonst normalen Knollenkalks dicht gepackt zahlreiche bis 10 cm große Lepoide. Die Kerne bestehen aus sich wie immer scharf von der Umschalung abhebendem schwarzgrauem oder braunem hartem Süßwasserkalk. An einer großen Zahl aufgeschlagener Knollen war deutlich zu sehen, wie der Kalk vor der Inkrustation von der Oberfläche her zersetzt wurde. Unregelmäßig ausgelaugte, später zum größten Teil wieder durch helleren Mergelschlamm ausgefüllte Hohlzüge dringen in das Innere der Kerne ein, eine Verwitterung, wie sie an den Süßwasserkalken der Alb heute ebenso beobachtet werden kann (Abbild. Nr. 14).

Nördlich der Graupensandrinne nennen wir als Beispiel den Knollenkalk am Weg vom Schrattenhof nach Hohenmem-

mingen (Ostseite des Scheuenbergs). Die bis 3 cm dicken Lepoidkerne bestehen aus einem gelbbraunen oder rotbraunen Kalkmergel, einem hellbraunen, rotbraunen, dunkel- bis schwarzgrauen harten Süßwasserkalk. Pahl hat letztere mit alpinen Kalken identifiziert (1924, S. 79). Davon kann keine Rede sein, da sie alle *Helix*-reste umschließen können. Die Grundmasse besteht aus einem lichtgrauen Süßwasserkalk.

Ganz ähnlich ausgebildet ist der „Oggenhauser Pisolith" (Berz 1927). Nur treten als Lepoidkerne auch Kalktrümmer des liegenden Jura auf. Der Oggenhauser Pisolith nimmt eine entschieden höhere Lage ein als der Knollenkalk des Scheuenbergs (600 m gegen 520 m). Dazwischen befinden sich noch Vorkommen in vermittelnder Höhenlage. Ob der Lepolith als randliche Fazies der transgredierenden O.S.M. oder tektonisch schief gestellt ist, könnte die Lagerung des Weißen Jura noch erkennen lassen.

Wie östlich der Brenz, so zeigt auch wieder bei Heuchlingen[18] der Knollenkalk dunkelbraune bis schwarzgraue Kalkkerne. Wichtig ist das Profil Meusebrunnen (Nr. 2), da hier der Sandkalk welcher z. T. die Lepoidkerne bildet, im Liegenden als jüngste marine Deckschicht noch ansteht.

Die helvetische Exposition macht sich nördlich der Rinne auf weite Strecken auch in einer gänzlichen Ausräumung älterer Tertiärschichten bemerkbar. So ruht die O.S.M. im Bereich der marinen Transgression auf der Blaubeurer Alb (Sihler 1926, S. 111), am Landgericht, Emerberg, Teutschbuch, bei Gauingen und Upflamör unmittelbar der U.S.M. oder Weißem Jura auf. Solche Beispiele lassen sich im oberen Donautal beliebig vermehren. Die vollständige Ausräumung der M.M. ist so allgemein, daß mit Recht unter dem Mineralbestand und den organischen Resten der Gr. und K.Sch. auch umgelagerte Komponenten der M.M. vermutet werden dürfen.

Im oberen Donautalbereich zeigen sich selten (z. B. Thengen) typische Knollenkalkbildungen. Der Hiatus tut sich auf andere Weise kund.

So hat schon Leuze (1922, S. 360) in einer vorbildlichen Untersuchung dargelegt, wie die Hangendgrenze der marinen Ablagerungen von Harthausen a. Sch. alle Merkmale einer starken Exposition

[18] Und dem Ugenhof (Berz 1924, S. 41).

zeigt. Rote Tone umschließen die gelockerten Trümmer der M.M. (Profil Nr. 3). Am nördlichen Eck des Benzinger Banwalds waren marine Kalke aufgeschlossen, welche, von der Oberfläche her durchlöchert und durchhöhlt, wieder mit rotem Süßwasserkalk plombiert und umkrustet waren.

Wo D und K als rote Tonmergel oder Kalkmergel ausgebildet sind, kann die Grenze nur schwer gefunden werden. Oft überdeckt auch im Bereich der Juranagelfluh die fluviatile Ausräumung den helvetischen Hiatus.

### Die Helicidenschichten.

Die Verfolgung des Hiatus führt zu einer neuen Alterszuweisung der Helicidenschichten. Nach Jooss (1923) stellen diese Ablagerungen eine einheitliche bestimmte Stufe des Miocäns mit einer typischen Leitfauna dar. Ihr Alter wird von Jooss zuletzt (1928, S. 168; vgl. 1923, S. 208; Berz 1924, S. 32; Berz und Jooss 1927, S. 204) als oberes Untervindobonium, jünger als die K.Sch. und älter als die Flammenmergel der O.S.M. angegeben.

Bei Harthausen a. Sch. liegen, wie Profil Nr. 3 und schon Leuze eingehend beschreibt, in den obersten weißen Sandkalken zusammen mit marinen Fossilien auch schon Heliciden z. T. mit erhaltener, in der Mehrzahl aber mit ausgelaugter Schale als Steinkerne. Die Schnecken wurden während der Sedimentation von der nahen, 2—300 m entfernten Küste her eingeschwemmt und sind primär eingebettet, da die Steinkerne bis zur Spindelspitze aus dem umgebenden marinen Sedimentmaterial bestehen. Der marine Kalk wird nach oben durch eingeschwemmtes terrigenes Material mehr oder weniger stark rotgefärbt. In gleicher Weise nehmen auch die Steinkerne der Heliciden nach oben rote Tönung an. Während der helvetischen Exposition verwittern die oberen Lagen der M.M.; der rote Tonmergel der K-Stufe umschließt die gelockerten Trümmer und damit auch die Helicidensteinkerne aus marinem Sandkalk. Es geht eindeutig hervor, daß die Helicidenfauna das Alter des marinen Sandkalks von Harthausen hat.

Jünger sind die Helicidenschichten, welche durch den Hiatus von der M.M. getrennt an der Basis der Juranagelfluh oder in diese eingelagert auftreten, wie z. B. an verschiedenen Stellen des Witthoh (Straße Windegg—Riedhof b.

820—832 m; Straße Windegg—Biesendorf b. 820—830 m; bei Neuhausen auf den Randen nach Leuze 1922, S. 307; im Aargauer Jura u. a. O.). Die Juranagelfluh ist mit wenigen Ausnahmen jünger als die M.M. Der größte Teil ist auch jünger als die K.Sch., ist obermiocän, tortonischen Alters. Gleich alt mit den Helicidenschichten der Juranagelfluh sind mindestens z. T. die Flammenmergel der O.S.M. am Landgericht (Wenz 1924) und die Süßwasserschichten mit *Cepaea silvana* des Hochsträß [19] (mio 1—2 nach Seemann 1929).

Unbestimmt ist noch das Alter der Fauna in den Knollenkalken von Hohenmemmingen und Heuchlingen. Die Schalen sind in beiden Fällen als Lepoidkerne umkrustet. Das Gestein, welches die Windungen ausfüllt oder die Schalen im Lepoidkern noch umhüllt, ist ein brauner, rotbrauner, gelber Mergel und Mergelkalk, welcher gänzlich verschieden ist von der lichtgrauen mergeligen Grundmasse, in welcher die Lepoide eingebettet sind. Die Fauna scheint, älter als der Knollenkalk, sekundär eingebettet zu sein.

### Die O.S.M. und die obermiocänen Talsysteme der Alb.

Die Auffüllung der Graupensandrinne geht nach Aussüßung der K.Sch. weiter vor sich. Das alte Flußtal wird vollständig plombiert. Unter den Ablagerungen der O.S.M. versinken aber noch umfangreiche nördlich sich anschließende Gebiete der Schwäbischen Alb. Der obermiocäne Sedimentationsraum erreicht nicht nur auf weite Erstreckung die äußerste marine Küstenlinie des Burdigaliums, sondern „ingrediert" noch darüber hinaus durch Auffüllung alter Talzüge der Schwäbischen Alb. Diese Schotterhäufung ist charakteristisch für die nordwestliche Zone der O.S.M. Es schließt sich nach S ein schmaler Streifen mit Süßwasserkalken an, der nur im SW durch die mächtige und ausgedehnte Juranagelfluhüberdeckung unterdrückt wird. Die O.S.M. des Beckeninnern besteht aus Quarzglimmersanden und Tonmergel. Neben diesem grobschematisch gesehenen zonaren Fazieswechsel erkennen wir mehrmals zeitgebundene, auf weite Erstreckung hin bemerkbare Änderungen der Fazies, deren Vorhandensein und

[19] Die faunistischen, zeitlich gedeuteten Unterschiede sind wahrscheinlich durch die verschiedenen Lebensräume bedingt (verkarstete Hochalb = Helicidenschichten).

Verknüpfung mit Vulkanismus und Vortiefentektonik erst in jüngster Zeit durch SEEMANN's glückliche Synthese (1929) sichtbar geworden ist.

Hat das alpine Hinterland schon im Oberoligocän mächtige Schuttströme in das Molassebecken vorgestoßen, deren grobklastische Komponenten im Unter- und Mittelmiocän sogar bis an den Nordrand des Jura vorgedrungen sind, so beginnt das nördliche Randgebiet erst im Obermiocän eine bedeutendere Rolle als Lieferant grober Aufarbeitungsprodukte zu spielen. Die fluviatil verfrachteten Juragerölle des Burdigaliums und Helvetiums sind gering gegenüber der Masse der im Obermiocän abgelagerten Schotter der Juranagelfluh.

In der O.S.M. finden wir zwei Typen der Konglomeratbildungen.

### 1. Die Strandablagerungen obermiocäner Seen.

Dieser Typus mit parallel zum Beckenrand verlaufender Längserstreckung (SW—NO) ist in unverfälschter Ausbildung nur aus den unteren Schichten der O.S.M. bekannt geworden (mio 1), aus einer Zeit, in der der Nordrand der Graupensandrinne noch die Strandlinie eines Süßwassersees bildete. Schmale Bänder grobklastischer litoraler Bildungen liegen westlich Ulm am Hochsträß unmittelbar dem felsigen Untergrund der U.S.M. an und auf. Die Zusammenhäufung vollständig ungerundeter Blöcke, feinen Gruses mit echten Geröllen längs einer ehemaligen Küste und das schnelle Auskeilen dieser Fazies gegen das Beckeninnere, wie auch die Zusammensetzung nur aus U.S.M., dem Material, das unmittelbar daneben ansteht, während Jura fehlt, sprechen entschieden gegen die Deutung von SCHAD (1908, S. 279, 282) als fluviatile Ablagerungen. Die Ankartierung von Blatt Ulm und Schelklingen ergab eine weitere Verbreitung dieser Strandbildungen und damit auch der O.S.M. im Bereich des Hochsträß, als bisher bekannt war.

So zieht sich ein Geröllband am Kuhberg bei Ulm nach SW entlang des Rinnenrandes bis zur Flur Berg hinauf (Moos 1915, S. 272), konnte aber auch nach NO am Weg Donautal-Kuhberg und wiederum unterhalb P. 540,76 bei etwa 530 m NN in gröbster Ausbildung gefunden werden. Das letztgenannte Vorkommen liegt als kleiner Denudationsrest vollkommen getrennt von den K.Sch. unmittelbar der U.S.M. des Rinnenrandes auf.

Diese litorale Fazies, über deren Stellung, ob K.Sch. oder mio 1 (= obere K.Sch. nach Moos), am Kuhberg gestritten werden kann, tritt in ganz derselben Ausbildung bei Ringingen wieder innerhalb der mio 1-Stufe auf. Sie

liegt z. B. östlich des Orts bei 590 m (Zipperäcker) über Schichten der O.S.M. Nördlich P. 596,0 und westlich Birkenhau steht in gleicher Höhe schon die U.S.M. an; dazwischen verläuft die Anlagerungsfläche. Westlich dieser O.S.M. wiederholt sich die Erscheinung des Kuhbergs. Der Ausläufer des Bachtals, welcher zu den Satzäckern hinaufzieht, hat den Rinnenrand schräg durchschnitten. In einer Höhe, welche östlich des Orts die O.S.M. erreicht, sind hier im Hohlweg zwischen 570 und 580 U.S.M. Schichten mit *Cepaea rugulosa* entblößt. Höher am Hang schneidet der Weg bei 585 m in die Strandkonglomerate der O.S.M. ein. Wenig östlich davon kam bei 586 m in einer Baugrube (zwischen Haus Nr. 165 und 167) dieselbe Schicht zum Vorschein. Die Geschiebe erreichen hier Durchmesser bis zu 50 cm, nehmen aber dann gegen das Beckeninnere sehr rasch an Größe ab, so daß 2—300 m vom Rinnenrand entfernt, am Weg südlich Greut (etwa 590 m), nur noch grobe Kalksande zur Ablagerung kamen.

## 2. Die obermiocänen Talsysteme der Schwäbischen Alb.

Der zweite Typus, die fluviatilen Schotter sind über die ganze Alb verbreitet (Abb. Nr. 15). Wir erkennen verschiedene Flußläufe, von denen die Uranlage der Altmühl, Eger, Brenz schon gestreift wurde. Nach SW schließt die **Urlone** an.

Berz (1924, S. 111) widerspricht zwar Lutzeier's Deutung (1922, S. 130) der Juranagelfluh zwischen Waldhausen und Lonsee als genetisch einheitliche Flußbildungen unter Hinweis auf die verschiedene Höhenlage der höchsten Schotterreste. Engel ist auch zu einem ablehnenden Urteil gekommen (1882, S. 78); er hat aber nur eine Strömungsrichtung von W nach O entsprechend dem Donautal erwogen. Beim Vergleich der Schotterhöhenlagen muß berücksichtigt werden, daß es heute nicht mehr möglich ist, ein bestimmtes Stadium, nämlich das der Höchstauffüllung der alten Rinne, zu erfassen. Die Höchstlagen der Gerölle sind durch die Abtragung mitbestimmte Größen und haben mit dem Auffüllungsmaximum nichts mehr gemein. Zum Vergleich muß der gesamte Spielraum der Liegendfläche mit herangezogen werden.

Höhenlage der Liegendgrenze der Juranagelfluh bei

| | |
|---|---|
| Wohlgradweiler | 685—687 |
| Schalkstetten | 670—692 |
| Bräunisheim—Station Schalkstetten | 680—670—688 |
| Stubersheim | 677—690 |
| Eichhau—Burrach | 650—687,9 |
| Brühltal | 650—665 |
| Ettlenschieß | 660— |
| Kniebis | 640— |

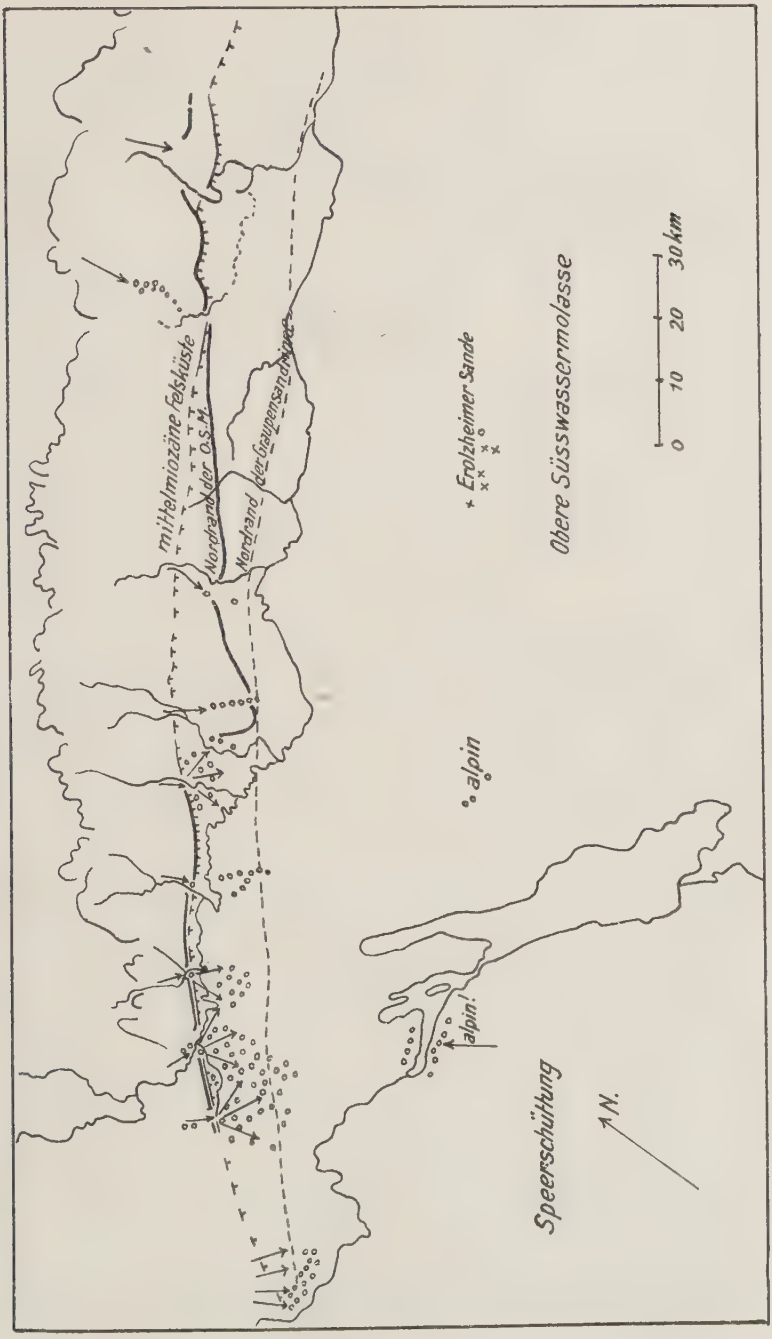

mittelmiozäne Felsküste
Nordrand der Molassesenke
Nordrand der Molassesenke
Erolzheimer Sande
Obere Süsswassermolasse
0 10 20 30 km
alpin
alpin!
Speerschüttung
N.

Abb. 15.

Unterbrochen werden die einzelnen Geröllfelder durch jüngere Talzüge, aber nicht durch höhere Rücken. Die einzige Höhe, der Burach, welcher sich südlich Stubersheim der Stromrichtung quer in den Weg zu legen scheint, wird im O umgangen, wo im Eichhau unter Lehm bei etwa 650 m die Nagelfluh eindeutig festgestellt werden konnte. Die vereinzelten Gerölle von Waldhausen, Helenenhof, Christofhof u. a. O. im N befinden sich nicht mehr auf primärer Lagerstätte; sie bilden nur ganz dünne Geröllschleier, welche sich gegen das jüngere, nahe Eybtal absenken.

Von Hofstett—Emerbuch bis zum Lonetal sind die Schottervorkommen der Westseite N—S gerichteter Weißjurahöhenzüge an- und vorgelagert. Hier ist wahrscheinlich die linke Seite des alten Flußtals noch erhalten (oder Störung?), während im W und N keine morphologische Begrenzung mehr vorhanden ist und die Juranagelfluh, je weiter nach N, auf um so exponierterer Lage sich befindet, bis bei Waldhausen ihre Liegendfläche in die Luft ausstreicht.

Das Fallen der Schotter auf der Strecke Wohlgradweiler—Kniebis beträgt ungefähr 0,6 %. Berechnen wir daraus die Höhenlage, welche die Schotter weiter im N in der Gegend von Steinenkirch voraussichtlich innegehabt haben mögen, so ergibt sich dafür 715 m NN und 769 m NN für das Gebiet zwischen Bernhardus und Kaltem Feld. Bei Steinenkirch erhebt sich westlich des Roggentals noch heute der Stöttener Berg bis 735, der Bernhardus erreicht 775 und das Kalte Feld 781 m NN. Demnach könnten diese Höhenzüge noch der alten Landoberfläche angehören, in welche das Juranagelfluhtal eingetieft war. Möglich ist allerdings, daß jüngere Tektonik das Ergebnis dieser schematischen Rechnung in Frage stellt. Als eigentümlich und wichtig für unser Problem erkennen wir, daß sowohl Eyb wie Lauter an der Stelle, wo sie das fragwürdige Juranagelfluhtal schneiden würden, aus NO—ONO sich scharf in die N—S-Richtung der obermiocänen Entwässerung einstellen. Es hat so durchaus den Anschein, als ob, wie in späterer Zeit das Neckarsystem die Erbschaft der Lone (Eybtal) angetreten, auch einst das pliocäne Lonesystem die Juranagelfluhrinne sich zunutze gemacht hat. Die Schotter, welche die miocäne Rinne erfüllten, z. T. vollständig plombierten, und die veränderte Tektonik der Gegenbewegung verhinderten eine vollständige Ausräumung der alten Rinne. Vermutlich blieb die Umgebung von Geislingen

etwas in der Hebungstendenz zurück und lenkte deshalb das pliocäne System ab. Wahrscheinlich bestand auch bei Waldhausen der Übergang des vollständig plombierten in den nördlichen nicht ganz erfüllten und deshalb auch vom pliocänen Netz übernommenen Rinnenabschnitt. Wir haben damit folgende Entwicklung kennen gelernt:

1. Unbekannte Vorgeschichte.
2. Obermiocänes Flußsystem: Oberes Strümpfelbachtal—Degenfelder Lautertal bis Weißenstein [20]—Roggental bis zur unteren Roggenmühle [20]—Waldhausen—Lonsee—Westerstetten—Zgl. Breitingen—Bernstadt—Albeck—Schammensägmühle.
3. Plombierung durch Juranagelfluh.
4. „Pliocänes" System: Oberes Strümpfelbachtal—Degenfelder Lautertal bis Weißenstein—Eybtal bis Geislingen—Rohrachtal—Lonetal.
5. Neckarsystem mit streckenweiser Umkehr der Entwässerungsrichtung. Teilflüsse Strümpfelbachtal—Degenfelder Lautertal—Eybtal—Rohrachtal—Lonetal.

Das Alter der Juranagelfluhschotter kann nur im Zusammenhang mit der Morphogenie der Gesamtalb erfaßt werden. Die Auflagerung auf Helicidenschichten, welche im äußersten Fall oberburdigalen Alters sind, und die 60—70 m unter das Niveau der Schotter betragende Ausräumung der (pliocänen) Lone lassen noch einen weiten Spielraum offen. Wie besonders das Hegau und das obere Donautal zeigen, erfolgte erst mit dem Obermiocän eine Ausdehnung des Sedimentationsbereichs nach N bis auf die Hochalb, weshalb wir auch die Schotterreste der Urlone dieser Aufschüttungsphase zuweisen.

**Urlauter:**

Zwischen Lone und Großem Lautertal fehlt Juranagelfluh vollständig. Auch die Schotterreste einer Urlauter sind nicht bedeutend. Sie beschränken sich auf Geröllfunde in hangenden Teilen der Helicidenschichten des Alenbergs nördlich Hayingen und in der O.S.M. des Emerbergs (O. Fraas 1888 b, S. 6; Schad 1908, S. 291; mio 2).

---

[20] Vgl. Berz 1924, S. 111.

**Urvehla—Lauchert:**

Fast ununterbrochen zieht Juranagelfluh von Inneringen über Emerfeld, Billafingen bis zum Nordrand der Graupensandrinne bei Wilsingen. Die nordwestlich Inneringen noch kartierten (Blatt Riedlingen 1 : 50 000) Gerölle befinden sich als dünner Schleier nicht mehr in ursprünglichem Lageverband. Die Höhe der Liegendgrenze ist bei

| | |
|---|---|
| Inneringen . . . . . | 800—805 m NN |
| Emerfeld . . . . . | 745—760 m NN |
| südöstlich Billafingen . . . | 670 m NN |

Das Gefälle beträgt demnach 1,7—2 %.

In der Verlängerung dieses geraden 6 km langen und im Maximum 1 km breiten Geröllzugs treffen wir im NW auf das gleichgerichtete Vehlatal. Wo heute die Lauchert/Vehla die marine Felsküste quert, an derselben Stelle muß auch der obermiocäne Fluß sie durchbrochen haben. Südlich Gammertingen biegt das heutige Tal aus der SO- in die SSW-Richtung ein. Wir haben hier ganz dieselbe Erscheinung wie im Lonetal.

1. Urvehla: Starzeltal—Vehlatal—Inneringen—Wilsingen mit Mündung in die O.S.M. bei Wilsingen.
2. Auffüllung und Plombierung der Rinne.
3. Gegenbewegung, abweichende Eintiefung durch veränderte Tektonik bedingt (Laucherttalstörung, Hennig 1926). Vehla-Lauchert: Burladingen—Veringenstadt—Jungnau.
4. Neckarsystem und Teilflüsse: Starzel.

Das Ausstreichen nach NW und Fallen der Schotter wird für die morphologische Analyse erst von Bedeutung, wenn auch die Tektonik der nordwestlich gelegenen Alb bekannt ist.

**Urschmiecha:**

Rechts des Tals bei Stetten a. k. M. bis Nusplingen, links bei Winterlingen, Benzingen, Blättringen und weiter bis Jungnau liegen ausgedehnte Schotterfelder der Juranagelfluh. Offensichtlich wurden diese Geschiebe von einer Urschmiecha abgelagert. Wo heute die Schmiecha die Klifflinie schneidet, machte sich schon in der M.M. eine Fazies bemerkbar, welche nach Leuze (1922) auf eine Flußmündung hindeutet. Die gleiche Pforte hat der Juranagelfluhfluß benützt und von hier aus über die flach nach SO geneigte marine Liegendfläche seine Schotter ausgebreitet.

Aus dem Bereich dieses Schotterfeldes stammen die bedeutenden Dinotherienreste von „Frohnstetten" her (Quenstedt 1853; 1877, S. 40; Zittel und Vogelgesang 1868, S. 37). Die Fundstelle genau festzulegen, gelang mit Hilfe des Hildenbrand'schen Belegmaterials. Als Dinotherienlager wird auf der Etikette die „Lehmgrube im Bunzwang an der Markungsgrenze Frohnstetten—Stetten a. k. M." genannt. Diese ist heute verfallen und zugewachsen, ihre Lage aber noch auf Blatt Winterlingen genau angegeben (Schnittpunkt der 800-m-Isohypse mit der Landesgrenze, östlich P. 805,3). Das Gestein, welches noch in Spuren den Knochenresten anhaftet, stimmt mit den Belegen Hildenbrand's und dem Mergel der Grube überein. Die Schichtfolge ist folgende:

Schotterkuppe aus Juranagelfluh.
Lichtgelbbrauner Mergelton mit vereinzelten Juranagelfluhgeschieben und wenig Kalksand. Dinotherienlager mit *Rhinoceros*, *Ictitherium* (vgl. Königswald 1928) u. a.
Rötlicher Mergelkalk, z. T. Lepolith mit roten Lepoiden in lichtgelber mergeliger Grundmasse.

---

Weißer Jura mit Bohnerzschloten.

Die Dinotherien sind als erste innerhalb der Juranagelfluh gefundene Wirbeltierreste obermiocänen und nicht pliocänen Alters.

**Urbära:**

Auf der Höhe, links des Bäratals, fand schon Hildenbrand bei der Hülbe westlich Irrendorf Juranagelfluh (Leuze 1922, S. 331). In der Fortsetzung des Bäratals auf der rechten Donautalseite ziehen die Gerölle aus Weißem Jura weiter über Josephslust, Talheim, Altheim nach SO bis zur Graupensandrinne bei Heudorf (Meßkirch). Wie die Schotter dort im Liegenden der K.Sch. erkennen lassen, geht die Erstanlage dieses Gewässers mindestens bis auf mittelmiocäne Zeit zurück. Zwischen Juranagelfluh und Weißem Jura schieben sich bei Altheim (südlich Gallisbesetze bei etwa 675—680 m) postburdigale Heliciden schichten ein.

Die Liegendgrenze der Schotter verläuft bei

| | |
|---|---|
| Irrendorf in | 864 m NN |
| südlich Josephslust | 830 m NN |
| westlich Talheim in | 710—45 m NN |
| östlich Altheim in | 680—90 m NN |

Die Schotter von Buchheim (westlich des Orts in 785—810 m) wurden offensichtlich von einem bei Talheim in den Hauptstrom mündenden Nebenfluß abgelagert.

Es fällt schwer, westlich des Bäratals die Juranagelfluh einzelnen Flüssen zuzuweisen. Ihre Ablagerungen vereinigen sich südlich der Klifflinie vollständig zu einem ausgedehnten und mächtigen Schotterfeld (Witthoh—Randen). Die Geröllanalyse ergibt einen immer reicheren Anteil der tieferen Schichten des Schwäbischen Stufenlandes, je weiter wir nach W (z. B. Witthoh mit Buntsandsteingeschieben!) und in die hangende Zone der Nagelfluh vordringen (Deecke 1917). Eine scharfe Trennung der Flüsse ist nur an der Stelle möglich, wo diese die Felsküste schneiden.

So sind der Ost- und Südseite des Konzenberghöhenzugs bei Tuttlingen Juranagelfluhablagerungen eines Urelta/Urfaulenbachsystems angelagert bei „Mühlstein" in 830—855 m und südlich „Eckwag" bei 854—859 m.

Auch der Donautalabschnitt bei Geisingen hat einen obermiocänen Vorläufer, wie die Gerölle am Wartberg, Roßberg, Hausener Berg beweisen (Schalch 1909). Einen ähnlichen Durchbruch kennen wir bei Hondingen (südlich Fürstenberg).

Über den Verlauf der Flüsse, welche die mächtige Juranagelfluhserie des westlichen Randen und des Kalter Wangen-Höhenzugs abgelagert haben, kann vorerst nichts Bestimmtes gesagt werden. Die Klifflinie ist in diesem Abschnitt der Ausräumung zum Opfer gefallen.

## Die obermiocäne Plombierung des Reliefs und die pliocäne Donau.

Dietrich (1904—1912) und Schad (1912, 1913 b) ist es gelungen, verschiedene auf den Höhen des Donautals zerstreut liegende Schotter als Reste einer pliocänen Urdonau zu vereinigen. Die ältesten dieser Geröllvorkommen werden in das Altpliocän gestellt.

Auffallend ist der Wechsel in der Entwässerungsrichtung. Die obermiocänen SO gerichteten Systeme sind abgelöst durch einen NO strömenden Sammelfluß. Dieser Umschwung war möglich gemacht allein dadurch, daß die obermiocänen Sedimente das Relief im Bereich der Urdonau vollständig plombiert und dadurch eingeebnet hatten. Die mit dem Pliocän einsetzende Hebungsphase hat nicht nur die Alb mit einem Gefälle nach O schiefgestellt, sondern auch

dem Albsüdrand durch Neubelebung der Flexur (vgl. G. Wagner 1929, S. 41) seine Bedeutung als Tiefenlinie wiedergegeben.

Die pliocänen Schotter liegen von Ulm bis Friedingen alle südlich der Klifflinie auf der herausmodellierten marinen Liegendfläche oder tiefer dem Jura und der Molasse angeschmiegt. Von Kolbingen-Nendingen nach SW findet man sie auch oben und nördlich der Küste. Das Kreuzen der Felsküste erfolgte etwa bei Kolbingen-Friedingen und hat sich sicher auch einst im Bett der pliocänen Donau als Gefällknick geäußert. Wichtig ist die Beobachtung, daß sich die Gerölle auch noch weiter nach SW verfolgen lassen, als dies Dietrich getan hat. Der Zusammenhang reißt erst am Wutachtal ab. Wo dagegen zwischen Tuttlingen und Blumberg die Jurahöhenzüge noch die alte Talsohle erreichen, sind auch die Schotter da.

Sie liegen auf dem Rücken des Amtenhauser Bergs südlich „se" (Blatt Tuttlingen 1 : 25 000) bei 875—883 m, auf dem Rücken zwischen Amtenhausen und Geisingen östlich 905,1 bei 900 m, ostnordöstlich 895,2 bei 896 m, südlich 895,2 bei 901 m und nordwestlich 894,5 bei 896 m. Von Schalch wurden auf der rechten Donauseite auf der Länge entsprechende Schotter bei 895,6 kartiert (Blatt Geisingen) 1909; vgl. G. Wagner 1929, S. 71). Auf demselben Rücken sind sie noch bei 900 m nachgewiesen. Sie liegen aber auch, auf Blatt Blumberg nicht eingetragen, zwischen 900 und 905 m ostsüdöstlich 905,5. Ein dünner Geschiebeschleier setzt sich nach SW fort auf den Längenwiesen nordwestlich 922,5 bei 919—921 m und im Wald nordwestlich 926,1 bei 925 m NN.

Auf dem Eichberg nördlich Blumberg haben Schalch, Göhringer und G. Wagner (1929) entsprechende Schotter zwischen 885 und 915 festgestellt. Daß alle diese Gerölle von einem gemeinsamen Fluß herstammen, beweist die gleichbleibende petrographische Zusammensetzung, das übereinstimmende nach O gerichtete Gefälle und besonders die Beobachtung, daß alle Vorkommen auf eine fast geradlinige, schmale Zone beschränkt sind. Wagner's Versuch, das ursprüngliche Gefälle dieses Flusses zu bestimmen, ist vergeblich, solange nicht bewiesen wird, daß zur Zeit der Schotterablagerung die Urdonau genau im Schichtenstreichen dahinfloß.

Die Aufschüttung der Juranagelfluh erreichte im Bereich des Bonndorfer Grabenzugs solche Ausmaße, daß die im Aitrachtal mindestens 80 m hohe Klifflinie begraben wurde auf eine Strecke von Blumberg nach NO bis Nendingen/Mühlheim. Dadurch wurde

erst der Verlauf der Donau nördlich und auf der Felsküste ermöglicht. Die Klifflinie und Teile der obermiocänen Talzüge wurden im Verlauf der pliocänen und altdiluvialen Hebungsphase wieder vollständig herausmodelliert. Obermiocäne Schotter liegen nur spärlich am Talgehänge, während die jüngeren pliocänen Flußsedimente bis 80 m darüber die Höhen belegen.

Die Morphologie des Randen zeigt keineswegs Grundformen, „denen nichts Jugendliches innewohnt" und auf denen in obermiocäner Zeit die Eruptionen der Randenvulkane vor sich gingen (Reck 1923, S. 24, 28). Alle diese Oberflächen sind pliocäner und diluvialer Entstehung und nur z. T. wie das Kummenried des Randen und das Hinterriedmaar bei Geisingen (Seemann 1929, S. 97) wieder herausmodellierte Altformen. Der Wartenberg wurde seit dem Altpliocän um mindestens 70 m abgetragen, eine Größe, welche Reck nicht in Rechnung setzt.

Das Geschehen im oberen Donautal findet vielleicht eine Parallele im Laucherttal bei Sigmaringen. Auch dort liegt Juranagelfluh im N—S verlaufenden Laucherttal tiefer als die pliocänen O—W orientierten Donauschotter auf der Höhe. Ist auch hier ein ober- oder gar mittelmiocänes Tal wieder herausgearbeitet worden? Die Lösung wird erschwert durch die besondere Tektonik. Bekanntlich zieht zwischen den Juranagelfluhvorkommen im Tal und den pliocänen Schottern auf der Höhe von Hoppental eine rheinisch gerichtete Störung hindurch (Hennig 1926). Diese könnte jünger sein als Pliocän und die Juranagelfluh verworfen haben. Beweisen läßt sich das postaltpliocäne Alter aber nicht. Pliocäne Säugerreste wurden weder bei Jungnau noch bei Hochberg gefunden (s. S. 327). Aber auch der Nachweis eines mittelmiocänen Alters der Verwerfung (+ spätere an die Störungszone gebundene Bewegungen) kann in keiner befriedigenden Weise erbracht werden. Die K.Sch. von Jungnau können nicht höher gelegen sein zur Zeit ihrer Ablagerung als die K.Sch. im S innerhalb der Graupensandrinne. Daraus geht hervor, daß schon damals eine Depression bei Jungnau bestanden haben muß. In schärfstem Widerspruch dazu steht die Herkunft der Juranagelfluhschotter bei Jungnau, welche nicht, wie dann unbedingt zu erwarten wäre, von einer Urlauchert abgelagert wurden, sondern Ausläufer des Schmiechaschotterfeldes sind. Ich sehe keinen Weg, diese sich vollständig widersprechenden Er-

scheinungen in einer Deutung zu vereinigen. Sollte Schlosser (1904) doch recht haben, wenn er eine Fundortsverwechslung der mittelmiocänen Reste von Jungnau annimmt?

## Morphogenie der Schwäbischen Alb.

Durch Klüpfel und G. Wagner ist die morphogenetische Untersuchung erneut in Fluß gekommen. An Einzelbeispielen wurde bisher vorwiegend die Methode entwickelt. Bezugssystem bleibt in allen Fällen die benachbarte Molasse, tertiäre Schlotfüllungen oder vulkanische und tektonische Zeitmarken.

Präeocäne Geländeformen sind wahrscheinlich nicht mehr erhalten, eocäne ließen sich vielleicht in kleinen Resten um gewisse Spaltenfüllungen nachweisen. Auf eine jung-eocäne bis alteocäne (prächattische) Reliefphase dürfte die Uranlage der heutigen Gestaltung zurückgehen, so der größte Teil der unter der U.S.M. und M.M. einst begrabenen Altformen mit Höhenunterschieden von 20—40 m („Verebnung"), welche im Mittelmiocän und Postaltpliocän teilweise wieder herausmodelliert wurden (Massenkalkrücken bei Weidach/Ulm; marine Liegendfläche der Ulmer, Blaubeurer, Zwiefaltener Alb und des oberen Donautals). Was südlich der Klifflinie liegt, ist postburdigalen Alters oder wenigstens postburdigal entblößtes Altrelief. Alle Talzüge sind hier postburdigal, im Bereich der O.S.M. und Urdonauschotter postaltpliocän mit Ausnahme einiger mittel- oder obermiocäner Vorläufer, welche bei der pliocän-diluvialen Eintiefung wieder ausgegraben wurden. Die geringen Höhenunterschiede des prächattischen Reliefs im S, das Fehlen von Ästuaren oder fjordartigen Einbuchtungen der Meeresküste machen es wahrscheinlich, daß auch nördlich der Klifflinie in unserem Gebiet (!) zu Beginn des Burdigaliums flache, wenig tief zertalte Oberflächenskulptur vorherrschte. Die starke Gliederung (z. B. Heuberg—Hardt; Münsinger Übungsplatz u. a.) wäre jüngeren Alters.

Besonders rege erörtert wurde in letzter Zeit das prävulkanische Relief des Steinheimer Beckens (Lotze 1930). Zweifellos bestanden hier wie überall auf der Alb vorobermiocäne Talzüge (Seemann 1921, S. 111!). Diese müssen aber in mio 1 (prävulkanisch) schon plombiert gewesen sein, wenn sie die Tiefe der heutigen Trockentäler erreicht hätten (mio 1 bei Heuchlingen—Dettingen bis 600 m; am Ugenhof bis 600 m; Juranagelfluh

von Waldhausen über 685 m, von Stetten etwa bis 715 m) und ebenso wieder zur Zeit der Warmwasserschichten (bis 600 m). Wie weit die Täler heute den prävulkanischen entsprechen, dürfte immer noch problematisch sein. Eine nachmiocäne Phase gesteigerter Reliefenergie wurde im Gebiet des Brenztals und Stubentals offenbar inzwischen wieder von einer Gegenbewegung abgelöst (Aufschüttung der Täler; „alte ausgereifte Formen").

Wir müssen mit einer mittelmiocänen Ausräumungsperiode rechnen und erkennen eine starke obermiocäne Plombierung überall auf der Alb. Umfassende postobermiocäne und postaltpliocäne Tektonik offenbart sich in der Schiefstellung, dem Ausstreichen der Juranagelfluh, der Vergitterung und Eintiefung der Täler unter die Sohle obermiocäner und altpliocäner Talzüge, der Entstehung der pliocänen Schlotfüllungen, der Zerstörung obermiocäner Vulkanformen. Wir kommen so zu dem Ergebnis, daß auch nördlich der Klifflinie altoligocäne Restformen an dem Schachtelrelief der Alb beteiligt sind, miocäne Talzüge sich sicher nachweisen lassen, die heutige Gestalt der Täler, die eigentliche Gestaltung der Landschaft während der pliocänen Hebungsphase und im Diluvium vor sich ging.

Wie die pliocäne Donau im Stadium maximaler Plombierung das obermiocäne Entwässerungsnetz ohne „Anzapfung" ablöste, so dürfte auch die höchstens altpliocäne Aare nach der obermiocänen Einebnung des Reliefs von Anfang an antecedent zur Subsequenzzone des Rheins entwässert haben.

Es erhebt sich die Frage, ob nicht eine jungpliocäne oder altpleistocäne Plombierungsphase in ähnlicher Weise das Vordringen des Neckars erst begünstigen mußte, unbeschadet späterer „Abzapfungsvorgänge" oder „rückschreitender Erosion" geringeren Umfangs.

**Die Stellung der Schwäbischen Molasse im Gesamtbecken.**

Es muß festgestellt werden, wie weit sich die Invasion der M.M., die Flachseefazies der M 3-Stufe, die Trockenlegung und Exposition, die Transgression der K.Sch. mit alpiner Geröllschüttung zusammen und die Aussüßung der brackischen Molasse in den Nachbargebieten ähnlich bemerkbar macht. Die Gleichsetzung entsprechender Vorgänge läßt unberücksichtigt, daß tektonische Bewegungen, wie sie Regressionen, Schüttungsvorstößen u. a. zugrunde liegen,

streng genommen nur auf kurze Entfernung gleichzeitige Faziesänderung hervorrufen. Es könnte sein, daß dieses Nacheinander stratigraphisch nicht zur Geltung kommt. Dies ist um so wahrscheinlicher, je näher die Gebiete liegen, welche wir vergleichen, und je stärker, episodischer die tektonischen Impulse sind, welche die Änderung hervorgerufen haben.

Niederbayern: Ortenburg und Vilshofen (E. Kraus 1915, S. 110).

Der Jurauntergrund wird dort durch eine nahezu ebene Abrasionsfläche abgeschnitten. Ihn bedecken Sande einer untermiocänen (burdigalen) marinen Litoralfazies (1). Es folgt eine Bank (2) aus grobem Sand mit beigemengtem an Roterde erinnerndem Material, weißlichen konkretionären Kalkknollen, Feuerstein-, Quarz- und Granitgeröllen, durchsetzt mit Brauneisenrinden. Eine liegende Mergelschicht greift in die darunter begrabene M.M. in kurzen Vertiefungen und Zapfen unregelmäßig ein. „Diese Bank macht nach allem den Eindruck, als ob sie im wesentlichen den Agentien der Verwitterung ihr heutiges Aussehen verdanke." „Der Meeresboden scheint also an der Wolfachlinie einige Zeit Land geworden zu sein." Selbst in der Mitte des Molassebeckens gelang es offenbar Reis (1920, S. 113), bei einer Tiefbohrung diese kontinentale Unterbrechung festzustellen. „Die tertiäre Verwitterungsbank" wird überlagert von den „Übergangsschichten": Mergeln, Letten, feinen und groben Sanden mit der eigenartigen Schlierfauna, zeitlichen Äquivalenten des Schliermeers (3). Darüber finden sich feine Sande und Tonmergel mit einer brackischen Fauna, welche nach Kraus Äquivalente der K.Sch. sind. Demnach wurden östlich Passau dieselben Erscheinungen,

1. Transgression des burdigalen Meeres,
2. Regression, Trockenlegung, terrestrische, fluviatile Sedimentation,
3. Transgression des helvetischen Schliermeeres,
4. Regressionsphase oder Aussüßung,

festgestellt, wie sie auch sonst aus den außeralpinen Tertiärgebieten Österreichs bekannt sind (Kautsky 1925, S. 49 ff.). Derselbe Rhythmus beherrscht aber auch die Schwäbische Molasse. Die Parallelisierung, (2) mit der Ausräumung der Graupensandrinne und Beginn der Gr.Sch., (3) mit Gr.Sch. (z. T.) und K.Sch., wird auch gerechtfertigt durch die Einwanderung wichtiger Faunenelemente

aus dem O in die K.Sch. der Ulmer Umgebung. Doch sind die „Kirchberger Schichten" östlich Passau (Aussüßungs- oder Regressionsbildungen) jünger als die namengebenden Schichten des Ulmer Gebiets (Transgressionsbildungen). Es besteht eine fazielle, aber keine zeitliche Übereinstimmung [21]).

### Subjurassische Zone des Aargaus:

Eine Gegenüberstellung ermöglichte vor allem die zusammenfassende Darstellung von Brandenberger (1926).

| Aargau. | Hegau — Oberschwaben. |
|---|---|
| Obere Süßwassermolasse Übergangsschichten | Obere Süßwassermolasse „Melanienschichten", Übergangsschichten = mio 1. |
| Austernagelfluh etwa 25 m | Austernagelfluh — K.Sch. |
| Mergelige Sandsteine und blaue Tongesteine | Gr.Sch. — Hiatus. M 3 und Deckschichten |
| Mittelkörniger Glaukonitsandstein etwa 50—60 m | M 2 b. |
| Basiskonglomerat im westlichen Gebiet | M 1 k. |

Man kann erwarten, daß sich die marine Regressionsphase um die Wende Burdigalium/Helvetium auch im Aargau noch nachweisen lassen wird. Ein Hiatus befindet sich vielleicht an der Basis der Austernagelfluh, wo diese weit nach N transgrediert (Grobsandstufe nach Brandenberger, S. 622 ff. = Burdigalium?).

### Subalpine Molasse von St. Gallen und Rorschach:

Ein Parallelisierungsversuch erscheint nicht aussichtslos, da die Geröllschichten der Schwäbischen Molasse, soweit deren Herkunft aus den Alpen feststeht, ja notwendigerweise Äquivalente in Nagelfluhbänken der subalpinen Molasse haben müssen. Auffallend ist eine Zäsur, limnisch terrestrische Ablagerungen zwischen Meeresmolassen bei St. Gallen. Vor allem auch dieselbe Ausbildung der Liegendschichten veranlaßt die M 3 s-Fazies Oberschwabens (mit

[21] Es ist möglich, daß auch die brackischen Schichten des Kaltenbachgraben, (Gümbel 1887) eine Transgression andeuten. Zwischen die Congerienbreccien und die marine, austernführende Nagelfluhfolge schieben sich, schlecht erschlossen und dazu tektonisch gestört, 50—60 m braune Sandmergel, Sande und Nagelfluhbänke, vielleicht Süßwasserbildungen ein.

alpinen Geröllen), mit dieser Zwischenbildung zu parallelisieren. Eine zweite Brücke sehe ich in den alpinen Schottern der K.Sch.-Austernagelfluh und der hangenden, mächtigen polygenen Grenznagelfluh der subalpinen Molasse.

| **St. Gallen—Rorschach**[22]**:** (vgl. Rutsch 1928) | **Hegau — Oberschwaben:** |
|---|---|
| Obere Süßwassermolasse | Obere Süßwassermolasse |
| Grenznagelfluh bis 20 m | Austernagelfluh — K.Sch. |
| Marine Mergel und Sande mit einzelnen Nagelfluhbänken im W = St. Galler Schichten nach Mayer bis 110 m | Grimmelfinger Schichten und Hiatus. |
| Limnisch, terrestrische Bildungen mit polygener Nagelfluh und Muschelsandstein etwa 60 m | Deckschichten M 3 s zus. etwa 15—20 m |
| Plattiger mariner Sandstein bis 180 m | M 1 b—M 2 b, 166—187 m mächtig. |
| Basiskonglomerat und Muschelsandstein. | M 1 k. |

**Zur Vortiefentektonik:**

Die Verknüpfung paläographischer Bildfolge mit tektonischen Bewegungen ist selbstverständlich geworden. Hier seien nur einige Erscheinungen herausgegriffen.

a) Senkung im Becken und Hebung auf den Flügeln.

Der negativen Bewegung des Beckeninnern, welche die Invasion des burdigalen Meeres zur Folge hatte, entspricht eine Hebung im S (Geröllschüttung; Regression im N?).

Die Ingression der K.Sch. ist nicht nur im S von einer Hebung (Regression des Meeres) und einer Steigerung der Reliefenergie begleitet (Grenznagelfluh, alpine Flußsysteme bis in die Graupensandrinne). Vertikale Krustenbewegungen können wir auch im NW-Hinterland annehmen (Juranagelfluhschüttung des Wasserburger Hofs und von Heudorf bei Meßkirch).

[22] Parallelisierung mit Pfändermolasse siehe Arn. Heim 1928, S. 8 und Taf. II, mit der Allgäumolasse noch hypothetisch. Die M.M. (300—360 m) vertritt dort im wesentlichen wohl nur die am Pfänder 400 m mächtige burdigale Stufe.

Gleichstellung mit der Berner Molasse siehe Rutsch 1928.

Der größte Teil der Juranagelfluh ist aber jüngeren, obermiocänen Alters und deutet auf energisches Emporsteigen des nordwestlichen Hinterlandes hin. Zugleich erfolgt ein Vorstoß alpiner Gerölle bis zum Schienerberg.

b) Antagonistisches Verhalten der subalpinen und subjurassischen Zonen.

Mit der Aussüßung und Regression der subalpinen U.M.M. setzt die Transgression der U.S.M. nach NW gegen den Schwäbischen Jura zu ein. Hebung im S, Senkung im N.

Die Trockenlegung der subjurassischen, schwäbischen Zone nach Ablagerung der Deckschichten und die Eintiefung der Graupensandrinne fällt zusammen mit einer marinen Transgression über terrestrische, limnische Bildungen bei St. Gallen. Hebung im N und Senkung im S.

Während das helvetische Meer im Schweizer Jura nach NO transgrediert, stoßen alpine Schüttungszentren ihre grobklastischen Sedimente nach N bis zum Jura vor. Senkung im N, Hebung im S.

Bei mehrmaligen Vorstößen alpiner Aufarbeitungsprodukte bis zum Schwäbischen Jura (vgl. Seemann 1929; pliocäne Donauschotter mit alpinen Komponenten bei Ulm u. a.) muß der Albrand eine relativ niedrigere Lage innegehabt haben.

c) Die Erstanlage der Albsüdrandflexur fällt mit einer „Vorphase der Jurafaltung zusammen". Nach SO schließt sich ein 4—6 km breiter Streifen an (Ringingen—Oberdischingen; Emerberg—Uigendorf; Engelswies—Nordrand des Ablachtals u. a.), in welcher die Gr.Sch. nur wenig gegen das Beckeninnere zu einfallen, mehr senkrecht zu dieser Richtung geneigt sind und auch der Jurauntergrund mit geringerem Einfallen nach SW noch über Tag mehrfach ansteht. Südlich davon ist das Fallen der O.S.M.-Liegendgrenze sehr viel steiler gegen SO. Eine gewisse zonare, dem Streichen des Beckens parallele Erstreckung der tektonischen Einheiten zeigen schon die Aufnahmen von Schmidle und Teike an. Paläogeographisch besonders wirksam wird dieser Aufbau in der Sonderstellung, welche die subjurassischen und subalpinen Randzonen als Tiefenlinien gegenüber dem Beckeninnern einnehmen können, und wiederum in dem ungefähr parallelen Verlauf der Klifflinie mit der Graupensandrinne.

## Zusammenfassung.

Paläogeographie: s. Abbildungen Nr. 2, Nr. 3, Nr. 10, Nr. 12, Nr. 13, Nr. 15.

Kreide und Paläocän: Sämtliche Dokumente sind denudiert.

Eocän und Altoligocän: Schlotfüllungen mit einheitlicher ungemischter Fauna; älteste Oberflächenformen der Alb; Reliefphase.

Mitteloligocän: Subalpine Meeresmolasse, subjurassische Tone mit Lettenerzen?

Chattium — Aquitanium: Hebung in der subalpinen Molasse (marine Regression), Senkung in der subjurassischen Zone (Transgression der U.S.M.) und Plombierung des prächattischen Reliefs.

Burdigalium: Senkung im Beckeninnern (Invasion des Meeres) — Hebung auf den Flügeln (Blautalstörung?).

Transgression des Meeres bis zum Kliff.

Hebung in der subalpinen Molasse und im Beckeninnern — Seichtwasserfazies (M 3 s) — alpine Gerölle bis zum Jura.

Im Burdigalium vereinzelte ins Meer mündende Flußsysteme.

Helvetium: a) Hebung in der subjurassischen Zone und im Beckeninnern — Albsüdrandflexur, Trockenlegung, Graupensandrinne und Flußsystem: Fichtelgebirge, Main, Regnitz, Rednitz, Rezat, Altmühl, Donauwörth, Ulm, Schaffhausen (NO—SW), bei Schaffhausen Mündung ins Meer, Steigerung der Reliefenergie auf der Alb, Albflüsse.

b) Senkung in der subjurassischen Zone: Auffüllung der Rinne mit fluviatilen Schichten und Ingression der brackischen K.Sch. von O (Schliermeer) und W in die Graupensandrinne. Hebung im S und Schüttung alpiner Flußsysteme bis zum Nordrand des Beckens. Albflüsse.

Tortonium —: Aussüßung unter fortgesetzter Senkung. Molassebecken in Schwaben zu einem gemeinsamen Sedimentationsraum zusammengefaßt (mio 1). Im N Hebung (Juranagelfluh mio 1 —). Alpine Schotter bis Schienerberg und nördlich Erolzheim. Vulkanismus. Vollständige Plombierung des Albreliefs z. T. über die Klifflinie nach N hinaus. Albtäler NW—SO.

Pliocän: Neuorientierung des Entwässerungsnetzes zur Zeit maximaler Plombierung. Urdonau SW—NO mit alpinen und jurassischen Nebenflüssen. Belebung der Albsüdrandtektonik. Einschneiden des Donausystems. Verkarstung. Denudation.

## Profilsammlung.

a) Profile nördlich der Graupensandrinne.

**Profil Nr. 1.**

„Lehmgrube" von Dettingen a. A., rechts der Straße nach Herbrechtingen. M.M. und D.

D: Hellgrüne, horizontal oder wellig gut geschichtete, feine, glaukonitfreie, tonige Quarzglimmersande und Mergeltone. In der Liegenden etwa 1 m mächtigen Zone überwiegt der Sand, im Hangenden der Ton bei der Wechsellagerung beider Typen, aufgeschlossen 5—6 m

- - — — — — — — — — — Grenze scharf — — — — — — — — — —

M3s: Muschelbank aus zahlreichen oft zertrümmerten Austernschalen. Es überwiegen junge Individuen, daneben finden sich aber auch sehr große alte Exemplare (Dubletten selten), ferner kleine *Pecten*, Balaniden, Quarzgraupen und stark durchlöcherte (Pholaden) Weißjuragerölle . . . . . 0,30 m

— — — — — — — — — Grenze scharf — — — — — — — — —

M2k: Deutlich horizontalgeschichtete Quarzglimmersande mit Glaukonit, aufgeschlossen. . . . . 3 m

**Profil Nr. 2.**

Sondierungsprofil nördlich Heuchlingen, entlang des Feldwegs von P. 564,4 („Meusebrunnen") nach S auf den „Berg". D — K — O.S.M. (mio 1). O.S.M.: Kreidiger Mergelkalk . . . . . 2,0 m

Blaugrauer bituminöser Süßwasserkalk mit Schalenresten, darunter besonders kleine Planorbiden . . . . . 2,0 m

? z. T. brauner kristalliner Süßwasserkalk . . . . 2,5 m

Harter grauer Süßwasserkalk in Stotzen heraustretend . . . . . 1,0 m

Weißer kreidiger Mergelkalk . . . . . 2,5 m

? . . . . . 1,0 m

K: Knollenkalk.

Grundmasse: lichtgrauer bis hellroter Süßwasserkalk.

Lepoide: hellroter Kalkmergel, olivgrauer Sandkalk mit weißen Gastropodenschalentrümmern (Heliciden), weißer dichter splittriger Kalk, grauer bis schwarzer Süßwasserkalk mit Helicidentrümmern, Helicidenbruchstücke.

Lepoidschale: dunkelbraunrote bis hellrote, mehrschalige Kruste . . . . . 1,0 m

---

D: ? hellgelber, rötlicher und weißer feinkristalliner Süßwasserkalk mit Helicidenschalenresten? . . . . . 0,8 m

Lichtgelbgrüner schwach sandiger Kalk . . . . . 2,5 m

Feiner Quarzglimmersandstein . . . . . 0,7 m

Gelbgrüner kalkarmer Sandton, erschürft bis . . . . . 0,9 m

**Profil Nr. 3.**

Steinbruch am Nordwestausgang von Harthausen a. Sch.

Humus:

K: Roter Tonmergel mit rundlichen hellroten Brocken aus aufgearbeitetem marinem Sandkalk, eckige fast gar nicht gerundete Weißjura-Kalkstücke z. T. umsintert, Heliciden z. T. umsintert, sehr selten Trümmer mariner Fossilien . . . 0,7 m

Grenze unscharf, unregelmäßig auf und ab steigend.

Lockerungszone — Aufarbeitungshorizont: mariner Sandkalk in Brocken zerlegt. Sandkalk selbst rötlicher als im Liegenden gefärbt; dazwischen roter Tonmergel . . . . . 0,25 m

Grenze unscharf.

M 2 k: Weißer mariner Sandkalk. Fossilnester mit *Ostrea-*, *Perna-*, *Pecten*-Trümmern, andere mit Gastropoden und Bryozoen. Der Kalk wird nach oben schwach rosa durch eingeschwemmte Roterde, dazu gesellen sich in den obersten 20—40 cm Heliciden . . . . . 2,0 m
Mariner Sandkalk nach Angabe eines Arbeiters noch . . . 3,0 m
Dünne Lage eines lichtgraublauen Tones.

---

Kalke des oberen Weißen Jura.

**Profil Nr. 4:**

Profil Nr. 4.
Weganschnitt von Ragerhof zum ehem. Thonhaldenhof, südlich Emmingen a. E.

U.S.M.: Stücke des grauen harten Süßwasserkalks, wie er hinter dem Ragerhof mit *Cepaea rugulosa* Mart., *Omphalosagda subrugulosa* Qu. ansteht.
Blaugrauer bituminöser Mergel und Mergelkalk mit kleinen gerundeten, aufgearbeiteten Roterdebrocken, schwarzen Schalentrümmern (darunter *Cepaea rugulosa* Mart.) und Stücken eines schwarzen Sinterkalks . . . . . 1,00 m
Hellroter Kalk, der nach oben immer heller bis weiß wird. Erzbohnen und gelbbraune bis rote, konzentrisch-schalige, unregelmäßig geformte Mergeltonknollen sind eingeschlossen . . . . . 1,80 m
Hellroter Tonmergel mit roten Lepoiden . . . . 1,00 m
Roter Ton und Tonmergel mit Erzklumpen . . . . . 1—2 m

---

Kalke des oberen Weißen Jura.

**Profil Nr. 5:**

Steinbruch nordöstlich Wiechs am Randen, bei Landesgrenzstein 727.

J: Grobe Juranagelfluh. Konglomerat und Sandstein; Material aus Jura und Trias des Schwäbischen Stufenlandes.

K: Rote und graue derbe Kalkmergel und Knollenkalke 1,5—2,0 m

M 3 s oder D: Grobe Nagelfluh mit Austernträmmer (besonders unten), Balanidenstücken, angebohrten Jurakalkgeröllen. Geschiebematerial aus vollständig zersetzten kristallinen Geröllen (Durchmesser bis 20 cm), Hornsteinen, Quarzen, Quarziten und vereinzelten Juageröllen. Besonders reich an Glimmer und Quarzgraupen . . . . . 1,5 m
Grober granitischer rotbrauner Sand mit Grobkalkstücken 0,5 m

M 2 k: Mariner Grobkalk mit dünnen Schalentrümmerschichten. In den obersten 30 cm z. T. mit Geröllen aus Quarz, Quarzit und Hornsteinen, zahlreiche Fossiltrümmer, über 7,0 m

b) Profile südlich der Graupensandrinne.

**Profil Nr. 6:**

An den Kellern südlich der Hammerschmiedmühle bei Mieterkingen.

Diluviale Schotter.

---

K: In einer Grundmasse aus grauweißem Süßwasserkalk sind unregelmäßig geformte, rundliche, bis 6 cm große Stücke des liegenden, lichtgelben Kalkmergels eingebettet. Diese aufgearbeiteten Knollen sind in der Regel von einer konzentrischschaligen Kruste umgeben . . . . . 0,4—0,6 m

---

D: Lichtgelber Kalkmergel . . . . . 0,8 m

— — vollständiger Übergang — —

Heller, lichtgelber Mergel; schwach sandig und durch Kalkinfiltration von oben ganz unregelmäßig konkretionär verhärtet . . . . . 1,0 m

— — vollständiger Übergang — —

Graugrüner Sand, welcher von unten nach oben immer feiner, mergelig-toniger wird. Mit der Korngröße nimmt der reiche Glaukonitgehalt nach oben ab, bis er vollständig fehlt. Untere Lagen schlecht gebankt aufgeschlossen 4,0 m

**Profil Nr. 7:**

Kiesgrube am Holzabfuhrweg des Oberholzes, südöstlich 615,3, östlich Stahringen (vgl. Schmidle 1918 a, S. 68).

O.S.M.: Grüner schwach sandiger Tonmergel.

mio 1

Hellgrüner sandiger Mergelkalk und Kalk, schlecht gebankt.

Lichtgrüngrauer sandiger Tonmergel . . . . . 2,0 m

Lücke 6—7 m.

Üb. Sch. u. K.Sch.: Feiner grüngrauer, horizontalgeschichteter Sand, aufgeschlossen . . . . . 4,7 m

— — Grenze scharf aber uneben, wellig — —

Geröllager mit wenig mächtigen Linsen eines feinen hellgrauen, glimmerreichen Sandes, welcher teilweise reichlich Pflanzenreste führt und kleine Trümmer weißer Molluskenschalen (*Congeria* sp., *Melanopsis impressa* Kr.). Unter die Geschiebe alpiner Abstammung sind nicht selten eingestreut bis 20 cm große, unregelmäßig geformte, schlecht gerundete Brocken eines Süßwasserkalks, hellbraunen Kalkmergels oder Sandkalks, welcher auch umkrustet sein kann. Die alpinen Gerölle erreichen nicht selten einen Durchmesser von 10—15 cm . . . . . 3,5 m

— — Übergang — —

Aufgearbeiteter mariner Sand mit vereinzelten Geröllschmitzen, welche sich nach oben zusammenschließen . . . 2—3 m

— — Grenze scharf und wellig — —

M.M.: Grober mariner Glaukonitmergelsand. Hangendgrenze teilweise mit 3—4 cm mächtiger kreidiger weicher Kalkausscheidung.

c) Profile aus der Graupensandrinne.

**Profil Nr. 8:**

Brunnenbohrung im Hofbräuhaus zu Dillingen a. D. Die Proben wurden von Prof. P. Zenetti im Oktober 1927 gesammelt. Gr. Sch.

Alter Brunnenschacht . . . . . — 19,85 m
Gelber Letten . . . . . — 20,35 m
Braunkohlebruchstücke in grauschwarzem bis hellgrauem feinstem Glimmertonsand eingebettet . . . . . — 20,60 m
Hellgrauer feinster Glimmertonsand . . . . . — 21,0 m
Grauer glimmerreicher Mergelton . . . . . — 21,4 m
Feiner grauer Quarzglimmersand . . . . . — 24,0 m
Graublauer Quarzglimmersand, gröber als hangende Schicht . . . . . — 26,0 m
Blauer grober Quarzsand. Probe 26,0—26,5 bestand aus einem blaugrauen Quarzsand mit maximaler Korngröße von etwa 1,1 cm, Schalentrümmer und Anfangswindungen von *Viviparus suevicus* Wenz, kleinen Schwefelkieskonkretionen, milchigen bis dunkelgrauen, selten rosa gefärbten Quarzen, einigen schwarzen Lyditen und Hornsteinen . . . — 38,0 m

**Profil Nr. 9:**

Brunnenbohrung neben der städtischen Zentrale zu Dillingen Herbst 1928.

Profil und Proben von Prof. P. Zenetti.

? ? ? . . . . . — 23 m
K.Sch.: Sandige Kirchberger Schichten bis zu unterst mit Fossilien — 35 m
Gr.Sch.: Harter sehr fester Kalksandstein . . . . . — 41 m
Schwarzblauer Mergel mit kohligen Einlagen nach unten sandiger. . . . . — 43 m
Blaugrauer glimmerreicher feiner Sand. Wasserführung . . . . . — 57 m
Blaugrauer glimmerreicher Sand mit Graupenkörnern. Der Sand herrscht vor, nach unten werden die Graupen häufiger, selten Glaukonit . . . . . — 60 m
Glimmerreicher sandiger Mergel mit kohligen Zwischenlagen . . . . . — x m
(U.S.M.?)

**Profil Nr. 10:**

Brunnenbohrung in der Münzmühle (Seiler) in Gundelfingen a. D. 1924.
Profil und einige Proben von Prof. P. Zenetti.

| | | |
|---|---|---|
| K.Sch.: Unter 2 m Humus leichter blauer Letten | — 5,0 | m |
| Schwerer blauer Letten | — 9,0 | m |
| Schwerer hellgrauer Letten, weniger grün, blau, schwarz, gelb mit „Muscheln" | — 12,0 | m |
| Kohlenartige leichte Schicht | — 12,2 | m |
| Blauer schwarzer Letten | — 14,2 | m |
| Abwechselnd grauer und schwärzer Letten | — 15,4 | m |
| Braunkohle | — 15,6 | m |
| Rasch wechselnde schwarze Lettenschicht, hellgrau, gelblich, bläulich, schwarz. Kleiner gerundeter Kies | — 18,6 | m |
| Kohlenmasse, sehr zäh und hart | — 18,8 | m |
| Grauer sandiger Tonmergel voll Schalentrümmer; bestimmbar *Hydrobia semiconvexa* Sdbg., Congerien | — 21,8 | m |
| Gr.Sch.: Letten etwas leichter, grauschwarz mit etwas gelblichem Letten | — 22,3 | m |
| Sandhaltiger Letten, etwas Wasser | — 23,3 | m |
| Sandiger bläulicher Letten, mit kleinen Schichten zähen Lettens | — 27,3 | m |
| Schwerer Letten | — 27,8 | m |
| Kohle | — 27,9 | m |
| Hellgrauer wie Silber schimmernder feiner Sand | — 29,1 | m |
| Grober Quarzsand mit großen grauen Feldspäten, schwarzen Kieselgesteinskomponenten, grauen bis milchigen Quarzen, rosa Quarzen, Schwefelkiesaggregaten | — 29,6 | m |
| Sandige Masse mit 0,1 Kohle | — 30,1 | m |
| Blaugrauer sandiger Letten mit Kohlefetzen | — 31,1 | m |
| Kohliger Letten mit Wurzelfasern in sandigem dunkelblauem Letten | — 32,6 | m |
| Bläulicher Sand, bei 0,5 m von oben mit kleiner Lettenschicht mit Pflanzenresten | — 35,1 | m |
| Jedenfalls Sand blieb am Bohrer nicht mehr hängen | — 36,2 | m |

**Profil Nr. 11.**

a) Bohrung Nr. 131 der Landeswasserversorgung Niederstozingen Wilhelmsfeld 1150 m südöstlich Schotthof (Oberfläche etwa 451,25 m NN).

| | | |
|---|---|---|
| Humus | — 0,2 | m |
| Torf | — 0,5 | m |
| Torf mit Wiesenkalk | — 3,2 | m |
| Sandiger grauer Lehm mit Geschieben | — 3,5 | m |
| Sand und Kies | — 10,00 | m |

Kies . . . . . — 10,3 m
Kies mit „Graupen“ . . . . . — 10,45 m

K.Sch.: Blauer sandiger Ton . . . . . — 11,00 m

Gr.Sch.: Grauer feiner Sand mit vereinzelten Graupen:
Quarz, Quarzit, Orthoklas, Hornstein . . . . . — 13,30 m
Feiner, glimmerreicher, kohligschwarzer Sand . . . . . — 13,50 m
Grauer Sand mit vereinzelten Graupen . . . . . — 13,8 m

b) Bohrung Nr. 138 der Landeswasserversorgung Niederstotzingen. Wilhelmsfeld 1950 m ostnordöstlich Schotthof (Oberfläche etwa 451,25 m NN).
Humus . . . . . — 0,2 m
Humus und Wiesenkalk . . . . . — 0,3 m
Torf . . . . . — 2,7 m
Grauer sandiger Tonmergel mit weißen Gastropodentrümmern . . . . . — 5,1 m
Kies und Sand . . . . . — 7,1 m

K.Sch.: Grauer feiner Ton . . . . . — 10,4 m
Grauer feiner Tonmergel voll Schalentrümmer: *Congeria amygdaloides* Dkr., *Congeria clavaeformis* Kr. vereinzelt auch von Cardien, Fischreste, Schwefelkieskonkretionen.
Kohligschwarzer, feinsandiger glimmerreicher Ton . . . . — 11,16 m
Gr.Sch.: Feinster grauer Glimmersand . . . . . — 24,0 m

**Profile Nr. 12.** Grimmelfinger Schichten.

a) Profil Donautal — Barbaralinde (südwestl. Ulm a. D.).
Kirchberger Schichten . . . . . 508—512 m NN

Gr.Sch.: Feiner gelber Quarzglimmersand . . . . . 500—508 m NN
Graupenkies . . . . . 498—500 m NN

Weißgraue Mergel und Mergelkalke der U.S.M.

b) Profil von Bahnhof Grimmelfingen nach Norden.
Gr.Sch.: Feiner Quarzglimmersand.
Gelber Quarzglimmersand, Graupensand und Kies der Sandgrube Grimmelfingen Ost (Abb. Nr. 6) etwa 15 m
Graugrüner dunkler Ton, reich an Glimmer, oben sandig . . . . . 0,35 m
Feiner horizontal geschichteter gelber toniger Sand mit Pflanzenresten . . . . . 7,0 m

U.S.M.: Süßwasserkalke und Tonmergel. Hangendgrenze etwa 495 m NN

c) Profil „Heldenlauh“ — Zipperäcker östlich Ringingen.
Kirchberger Schichten.

Gr.Sch.: Feine gelbbraune Quarzglimmersande mit zahlreichen Pflanzenresten . . . . . 15 m

d) Profil Ringingen.
Kirchberger Schichten am Weg zum Hexenbrunnen von 565 m NN an.

---

Gr.Sch.: Feine gelbbraune Quarzglimmersande mit zahlreichen Pflanzenresten, etwa . . . . . 12 m
Graupensandkiese in der Sandgrube südl. Ringingen.

e) Profil des Tobel westlich „Hagen", westlich Ringingen.
Kirchberger Schichten von 567 m NN an.

---

Gr.Sch.: Feine gelbe Quarzglimmersande, aufgeschlossen 15 m
Graupenkies am Ausgang des Tobels.

f) Profil des Büchelesbergs, Hausen o. A. (nach Schad 1908, S. 267 und eigene Aufnahmen).
Kirchberger Schichten von 602 m NN an.

---

Gr.Sch.: Feine gelbe Quarzglimmersande mit Blattresten, etwa 14 m
Graupensande und Kiese . . . . . 1,5 m
Feiner Sand . . . . . 1,5 m
Graupensande . . . . . 0,3 m

---

Untere Süßwassermolasse.

## Profil Nr. 13.

Anschnitt der Straße von Altheim auf das Hochsträß von Schwörzkirch.

O.S.M.: Plattig springender, harter blaugrauer, schwach bituminöser Süßwasserkalk; in Schlieren und Nestern kleine dunkle und helle Lepoide; *Planorbis cornu* var., *Lymnaeus*, *Klikia osculum*.

Grauer knollig zerfallender derber Süßwasserkalk; unten deutlich gebankt . . . . . 0,6 m

— — Übergang — —

Lichtgelber Süßwasserkalk in kleinen Grus zerfallend 1,0 m

— — Übergang — —

Schwarzer bituminöser Mergelton mit Perlmutterschalenresten *(Anodonta?)* und *Planorbis cornu* var. . . . 0,25 m

Graugrüner und grauer Mergel mit vielen Kalkkonkretionen; geht nach oben in Kalkmergel und Mergelkalk über. Schalenreste von *Planorbis*, großen Lymnäen, Heliciden *(Cepaea silvana)* . . . . . 1,30 m

— — scharfe Grenze — —

Schwarzer bituminöser Mergelton mit Schalenresten: *Unio* oder *Anodonta*, *Lymnaeus?*, *Planorbis?*, *Cepaea?* . . 0,20 m

— — Übergang — —

Graugrüner Tonmergel mit Kalk- und Schwefeleisenkonkretionen . . . . . 0,30 m
— — schneller Übergang — —
Grauer Sandmergel mit vielen kleinen Kalkkonkretionen, *Lymnaeus* . . . . . 0,40 m
— — schneller Übergang — —
Graugrüner Mergelton mit *Opercula* . . . . . 0,10 m
— — schneller Übergang — —
Grauer sandiger Mergel mit Schwefeleisenknollen und *Opercula* . . . . . 0,35 m

---

K.Sch.: Grauer Mergelton, oben sandig und schwarz; *Planorbis*, *Bulimus dunkeri* Gude, Heliciden, *Hydrobia semiconvexa* Sdbg., *Congeria amygdaloides* Dk. . . . . 1,50 m
— — schneller Übergang — —
Grauer sandiger Mergel (z. T. Mergelsandstein) . . . . 0,10 m
— — scharfe Grenze — —
Grauer fossilleerer Mergelton mit gelbbraunen Kalkkonkretionen und Glimmer . . . . . 0,30 m
— — scharfe Grenze — —
Graue harte Quarzglimmersandsteinbank; Fallen etwa 3° S 80 W . . . . . 0,16—0,40 m
— — scharfe Grenze — —
Grauer feiner Quarzglimmersand . . . . . 0,20—0,40 m
— — scharfe Grenze — —
Grauer feiner Mergelton
fossilleer . . . . . 0,20 m
vereinzelte kleine weiße Schalenstücke wahrscheinlich von Congerien . . . . . 0,05 m
weißgraue weiche Kalkausscheidungen . . . . . 1—2 mm
mit *Congeria amygdaloides* Dk., welche sich in feinsandigen Zügen zu dünnen Schalenbreccien anhäuft . . . . . 0,05 m
— — scharfe Grenze — —
Grauer feiner Sand
Breccie aus Congerienschalen . . . . . 0,01—0,02 m
fossilleer . . . . . 0,03—0,04 m
einzelne Congerienlagen, welche schnell auskeilen können, z. B. an der Hangendgrenze (Breccie) und in den untersten 2—7 cm (dort Dubletten von *Congeria clavaeformis* Kr.) auch *Unio*/*Anodonta*, *Hydrobia semiconvexa* Sdbg.) . . 0,25 m
— — scharfe Grenze — —
Grauer feiner Ton mit dünnen horizontal hindurchziehenden Sandschichten und daran gebundenen kreidigen Kalkausscheidungen; *Unio*/*Anodonta*-Dubletten, *Hydrobia semiconvexa* Sdbg., Congerientrümmer und wenig ganze

Schalen eingestreut; nur die untersten 8 cm mit vielen Congerien (Dubletten und einzeln *Congeria amygdaloides* Dk., *Congeria clavaeformis* Kr.) . . . . . 0,40 m

— — scharfe Grenze — —

Feiner grüngrauer bis gelbbrauner Quarzglimmersand; die obersten 5 cm reich an kleinen Schalentrümmern von Congerien; bei 0,45 cm von oben dünne Congerienlage; in den tieferen Zonen vereinzelte Congerientrümmer . . . 1,60 m

— — vollständiger Übergang, nur Farbwechsel — —

Feiner gelbbrauner Quarzglimmersand; in der Mitte tonreiche Lage mit Fossiltrümmern (Congerien, auch als Dubletten), in den untersten 5 cm ebenfalls Schalentrümmer . . . . . 0,50 m

Graugrüner Mergelton mit Kalkkonkretionen; Fossilschalen und Schalentrümmer zerstreut, auch in einzelnen Lagen dichter gehäuft, so besonders in den obersten 16 cm; 4—6 cm von oben Muschelbreccie; 8 cm von unten dünne Breccienschicht, darunter im Ton vereinzelt *Hydrobia semiconvexa* Sdbg. . . . . 0,40 m

— — scharfe Grenze — —

Muschelagglomerat: Congerien und Cardien.
2—3 cm: Schalentrümmer und Cardien.
6—7 cm: Es schieben sich fossilreiche Tonlagen ein.
2 cm: dichte Schalenbreccie . . . . . 0,11 m

— — scharfe Grenze — —

Feiner gelbbrauner Quarzglimmersand; 1—3 cm von oben mit kleinen Schalentrümmern z. T. zu dünnen Breccien zusammengeschlossen; darunter wird der Sand feiner, tonreicher; 8—9 cm von unten Schalenbreccie; Congerienschalen auch sonst eingestreut . . . . . 0,18 m

— — scharfe Grenze oder schneller Übergang — —

Muschelbreccie fast ohne Gesteinszwischenmittel. Cardien. Congerien, Neritinen . . . . . 0,08—0,11 m

— — sehr schneller Übergang — —

Graugrüner Tonmergel mit Glimmer; 10—15 cm von oben nur wenig Congerientrümmer . . . . . 0,63 m

— — scharfe Grenze — —

Tonreicher grüner feiner Sand . . . . . 1,6 m

— — vollständiger Übergang — —

Feiner grauer Quarzglimmersand mit meist schnell wieder auskeilenden Fossilschmitzen, deren Sand dann gröber (bis 3 mm) ist und aufgearbeitete grüne Tongerölle mit eingeschlossenen Congerien und Cardien führen kann; an Fossilien wurden in den Schmitzen und auch einzeln gefunden . . . . . 1,8 m

*Congeria amygdaloides* Dk.
„ *clavaeformis* Kr.
*Cardium sociale* Kr.
„ *solitarium* Kr.
*Unio mandelslohi* Dkr.
„ *eseri* Kr.?
*Neritina* var. sp.
*Melanopsis impressa* Kr.
*Pomatias consobrinum* Sdbg.
*Bulimus dunkeri* Gude
*Hydrobia semiconvexa* Sdbg.
*Viviparus suevicus* Wenz

**Profil Nr. 14.**

Neue Straße Schwenksweiler (Allmendingen)—Altheim.

Chattische *Ramondi*-Schichten der U.S.M.

Springend harter grauweißer kristalliner Süßwasserkalk; kleine Lepoidnester (durch Lösungsselektion angehäuft) . . . . . 0,80 m

Lepolithischer Knollenmergel:
Unten (etwa 1 m) mit hellziegelroten Lagen und Nestern, die übrigen Gesteinspartien weißgrau bis gelbbraun, lokal zu Mergelkalk erhärtet; die mergelige Grundmasse enthält rundliche Knollen von Sandkorn bis über Nußgröße aus demselben Gestein bestehen. Das Lepoid ist häufig durch eine dunklere kristalline Kalkkruste von der Grundmasse getrennt. Häufig umschließen große Lepoide zahlreiche kleinere. Sedimentation — Aufarbeitung — Rollung haben sich mehrmals abgelöst. Die reichlich vorkommenden Landschnecken sind ebenfalls von einer dünnen Kruste umgeben. *Plebecula ramondi* Brg., *Cepaea rugulosa* Ziet., *Pomatias antiquum* 4,5—5,0 m

— — langsamer und vollständiger Übergang — —

Dunkelroter, graugrüner oder weißgrauer Ton und Mergelton von dem Aussehen mancher Spaltentone der Alb gleicht die etwas unregelmäßige Oberfläche des W.J. ζ (Plattenkalk reich an Bivalven) aus . . . . . 1,5—2,0 m

---

Plattenkalke des Weißen Jura ζ; Hangendgrenze bei etwa 567—568 m (mit *Waldheimia pentagonalis* Mandl.)

**Profil Nr. 15.**

Entlang der Dorfstraße in Hausen o. A.

O.S.M.: Harter weißer, lichtbrauner bis grauer, splittriger, z. T. lepolithischer Süßwasserkalk, aufgeschlossen . . . 2,2 m

— — Übergang — —

Gelbbrauner bis grüngrauer Mergel ganz durchdrungen von Kalkkonkretionen, welche sich besonders an der Hangendgrenze zusammenscharen; sandig-glimmerig . . . . . 1,00 m

Aufschlußlücke . . . . . 2,00 m

K.Sch.: Hellbrauner mergeliger Quarzglimmersand mit *Congeria amygdaloides* Dkr. (zahlreich) . . . . . 0,10 m

Lücke z. T. Quarzglimmersandstein . . . . . 0,50 m

Lücke . . . . . 1,50 m

Dunkelgrauer, etwas violetter Tonmergel mit *Lymnaeus*, kleiner *Helix*, *Planorbis* . . . . . 0,60 m

— — schneller Übergang — —

Grauer, feiner sandiger Tonmergel mit *Unio/Anodonta*, *Opercula*-Schichte und Charasamen . . . . . 0,11 m

— — schneller Übergang — —

Lichtbrauner bis grauer Tonmergel, gegen unten dunkler; dünne sandige Lagen in der Mitte führen kohlige Pflanzenreste, Lymnäen, *Planorbis*, Hydrobien? . . . . . 0,35 m

— — schneller Übergang — —

Violetter grauer Sandmergel . . . . . 0,27 m

— — schneller Übergang — —

Violetter grauer Tonmergel, schwach sandig mit Fischresten, kohligen Pflanzenresten, *Hydrobia semiconvexa* Sdbg. 0,60 m

— — vollständiger Übergang — —

Lichtbrauner schwach sandiger Tonmergel . . . . . 0,25 m

— — vollständiger Übergang — —

Braungrauer bis grüner Mergelton mit Fossillagen: *Congeria clavaeformis* Kr., *Hydrobia semiconvexa* Sdbg., kleine Perlmutterschalentrümmer *(Unio/Anodonta)* . . . . . 0,45 m

— — Übergang — —

Grauer Mergelsand mit Dubletten von *Congeria amygdaloides* Dk., *Congeria clavaeformis* Kr., *Hydrobia?* . . . . . 0,15 m

Mergelsandstein . . . . . 0,20 m

— — Übergang — —

Ton durch Aufnahme von horizontalen sandreichen Lagen gegen oben in Tonsand übergehend . . . . . 0,60 m

Feiner grauer Mergelton mit Congerien, Hydrobien in dünnen schnell auskeilenden Lagen (Breccien) . . . . . 2,1 m

— — scharfe Grenze — —

Muschelbreccie: Congerien, Cardien, Neritinen . . 0,10 m

Feiner gelbbrauner Quarzglimmersand mit Fossillagern oder vereinzelt eingestreuten Schalen: Congerien, Cardien, Neritinen, *Melanopsis*, aufgeschlossen . . . . . 2,00 m

Lücke etwa 5 m, dann Grimmelfinger Schichten siehe Profil 12 f.

## Profil Nr. 16.

Weganschnitt des Feldwegs von P. 575,1 zu P. 641,2 (auf den Emerberg) nördlich Zwiefaltendorf.

O.S.M.: Weißer Süßwasserkalk; in heller Grundmasse 1—2 mm große Lepoide aus demselben oder schwarzgrauem, bräunlich bis gelblich getöntem Kalk . . . . . x m

Brauner sehr harter etwas kristalliner Süßwasserkalk mit weißen Schalentrümmern . . . . . 0,2 m

Grüner Tonmergel mit lößkindelartigen Kalkkonkretionen, welche sich gegen oben zu einem festen, derben Kalk zusammenschließen können . . . . . 5,0 m
Fester, hellgelber bis schwach rosa gefärbter Süßwasserkalk . . . . . 1,5 m
Grün und braun gefleckter Tonmergel mit dünnen Kalkkonkretionslagen, die aber auch einen festen Kalk ergeben können; oben Sandkalk mit *Brotia escheri* var. . . . 2,2 m
Grün und braun gefleckter Tonmergel mit Kalkkonkretionen . . . . . 2,7 m
Grau bis graugrüne Sandsteinplatte und grüne sandige Tonmergel, seltener sandarme Mergel . . . . . 2,8 m
Brauner Quarzglimmersand . . . . . 0,4 m
Brauner toniger feiner Quarzglimmersand, voll Pflanzenhäcksel und Schalentrümmern: *Brotia escheri* var., *Coretus cornu* var., *Opercula*, *Unio*/*Anodonta*, *Hydrobia semiconvexa* Sdbg., *Melanopsis* sp. . . . . 0,25 m
Feiner glimmerreicher grauer bis hellbrauner Sandton, kalkig mit Kalkkonkretionen . . . . . 0,40 m
Gr.Sch.: Rostbrauner bis grauer Quarzglimmersandstein, kleine schwarze Manganflecken, viel Glimmer. Absonderung in dicken Nänken oder dünnen Platten . . . 2,0 m
Mittelfeiner, gelbbrauner Quarzglimmersand, viel Glimmer, aufgeschlossen . . . . . 1,8 m

## Profil Nr. 17.

Weganschnitt und Schurf entlang des Feldwegs von Zwiefaltendorf — Reservoir — A.P. 641,2 — Emerberg.

Pliocän: Urdonauschotter.

O.S.M.: Kalke, Mergel und Sande der O.S.M.; vgl. Profil Nr. 7 von Schwarz 1913, S. 48.
Lücke; nach Hildenbrand (O. Fraas 1888, S. 7) „lettige Kalkbänke“ . . . . . 10 m
Knollig verwitternde Süßwasserkalkbank; lichtbraun und durch Auslößung der zahlreichen Hydrobien *(H. semiconvexa* Sdbg.*)* und durch wurzelartige verzweigte Hohlräume ganz porös . . . . . 0,15 m
Feiner gelbbrauner Quarzglimmersand . . . . . 1,2 m
Brocken einer Kalkbank mit *Hydrobia semiconvexa* Sdbg., anstehend oder von oben verschleppt . . . . . 0,3—0,4 m
Feinsandiger, grüngrauer und gelbbrauner gefleckter Tonmergel, teilweise zu Sandstein erhärtet; Charasamen und *Hydrobia semiconvexa* Sdbg., häufig . . . . . 0,5 m
— — schneller Übergang über sandigen Tonmergel — —
Gelbbraune feine Mergelsandsteinbank; Liegendgrenze reich an schwarzen Schalentrümmern von Gastropoden;

bestimmt werden kann *Hydrobia semiconvexa* Sdbg., *Bulimus? Anodonta* sp. . . . . 0,10 m
Grüngrauer feiner Tonmergel . . . . . 0,70 m
— — schneller Übergang über grauen, tonigen Quarzsand — —
Gr.Sch.: Feiner, gelbbrauner Quarzglimmersand, in den untersten Lagen grober Quarzsand mit Orthoklas und grauen Kieselgesteinskomponenten, wie in typischen Graupensanden . . . . . 5,00 m
— — Grenze etwa in 575 m NN — —
U.S.M.: Hellgrüngrauer, schwach sandiger, glimmerreicher Tonmergel mit Kalkkonkretionen, z. T. Profillücke . . 2,0 m
Grüngrauer bis graubrauner plattiger Mergelsandstein, oben derber schwach sandiger gelbgrüner Süßwasserkalk . . . . . 1—2 m
Graugrüner gebankter Kalksandstein . . . . . 0,2 m
Gelbbrauner bis graugrüner, schwach sandiger Mergel und Mergelkalkbank . . . . . 3—4 m
Grauer Mergel mit Lepoiden und zahlreichen Fossilien nach Schwarz 1913, S. 9 *Cepaea rugulosa* Ziet., *Cepaea hortulana* Tho., *Plebecula ramondi* Brongn., *Pomatias antiquum* Brongn. . . . . 1,5 m
Roter Mergelkalk, grauweiß gebleicht bis auf zentral gelegene Partien; eingeschwemmte Bohnerzkörner. Roter und grüner Ton . . . . . 2—3 m
Weißer Jura ζ (Plattenkalke); Hangendgrenze etwa in 562—563 m NN.

## Profil Nr. 18.

Schurf am Weg vom Armenhaus Baach zum Schloßberg und Alter Hau.
K.Sch.: Lichtgrauer Mergelsand und Sandmergel, im unteren Teil mit Quarzgraupen und Sandlagen. Eine obere Schicht ist ganz erfüllt mit Abdrücken von ganzen und zertrümmerten Congerien (*clavaeformis* Kr.) und Cardien (*Cardium friabile* Kr., *C. sociale* Kr.). . . . . 0,4 m
Hellbrauner mittelgrober Sandstein; er umschließt zahlreiche, wenig gerundete, große (z. B. 20 : 16 : 10 cm) W.J.-ζ-Kalkstücke und enthält dazu kleine gerundete Kalkgeschiebe gleichen Ursprungs, Bohnerz, Quarzgraupen. Die Grundmasse besteht aus Quarz- und Kalksand; selten ist Glimmer, häufiger Feldspat. Vereinzelte Fossilabdrücke gehören zu *Congeria clavaeformis* Kr. und *Cardium*.
Der Sandstein ist stufenweise an nach SO abgebrochene und ausstreichende Plattenkalkbänke angelagert . . 600—601,4 m NN
Weißer Jura ζ-Plattenkalk. Die einzelnen bis 14 cm dicken Bänke springen an Klüften in den K.Sch. vor und zurück. Es zeigt sich, daß zum mindesten eine Klüftung N 48/50 O (Albsüdrandflexur) vorhanden war.

**Profil Nr. 19.**

Aufschlußreihe entlang des Wegs von Binzwangen gegen den Landauhof und vom Wegkreuz gegen 595,7.

K.Sch.: Feine graue Sandsteinplatten und feiner grauer Sand, gut erschlossen auch in dem Keller unter „n" von „Landauhoff"; ohne Glaukonit, im Keller ganz selten mit fast vollständig ausgelaugten kleinen Gastropodenschalen (*Hydrobia semiconvexa* Sdbg.?) . . . . . 11,5 m

— etwa 580 m NN —

Sandsteinbank, teils feinkörnig, teils konglomeratisch; mit Steinkernen von *Viviparus suevicus* Wenz, vereinzelten Haifischzähnen und unbestimmbaren Knochentrümmern (Decke der Sdgr.); Glaukonit in einzelnen Körnern eingestreut wie im Sand westl. P. 534,3 . . . . . 0,40 m

Grauer Quarzglimmersand als Basis der Sdgr. . . . . 0,35 m

Harte Konglomeratbank aus Ton und Tonsandgeröllen, grobem Quarzsand und zahlreichen Steinkernen von *V. suevicus* Wenz, Steinkern mit Perlmutterschalenresten einer Unio/Anodonta . . . . . 0,1—0,2 m

Feiner grauer Sandton . . . . . 1,2 m

Grauer feingeschichteter Sandstein mit hellem Glimmer, rotfarbigen runden Eisenkonkretionen . . . . . 0,2 m

---

Gr.Sch.: Lücke . . . . . 2,7 m

Gelbbrauner Quarzglimmersand . . . . . 1,0 m

Lücke . . . . . 3,2 m

---

U.S.M.: Grünlicher Tonsand, gelbbrauner und grüngrauer gefleckter Tonmergel, aufgeschlossen . . . . . 6,4 m

**Profil Nr. 20.**

Aufschlüsse am Feldrain südl. „a" von „Landauhof" nördl. Binzwangen.

K.Sch.: Grober, mergeliger Sandstein in dünnen Platten horizontal geschichtet; untere 2 cm grobsandiger Mergel . . . 0,1 m

Feiner Sandkalk mit kleinen rostbraunen Flecken; vereinzelte Graupennester . . . . . 0,4 m

Lücke . . . . . 0,6 m

Feiner hellgelbbrauner schwach sandiger mergeliger Ton . . 0,9 m

Wenige Schritte östl. liegt in dieser Höhe ein grobes Konglomerat aus Quarz- und Feldspatgraupen, aufgearbeitetem feinem Mergelsandstein mit Haifischzähnen, vereinzelten stark gerollten Austerntrümmern, Knochenstücken, Nestern voll *Viviparus suevicus* Wenz. Die Steinkerne dieser Art bestehen aus dem Material der Liegendschicht, sie sind kurz nach ihrer ersten Einbettung umgelagert worden. Das Konglomerat geht seitlich über in ein Geröllager mit zahlreichen

Fremdgeröllen: milchweiße bis lichtgraue Quarze (6 cm), graue Quarzite (8 cm), graue Glimmerquarzite (6 cm), kristalline Gneisgerölle, blauer kristalliner Alpenkalk, grauer Fleckenkalk, grauer bis blauschwarzer Kieselkalk (5 cm), graue und schwarze Hornsteine (5 cm), häufig verschieden stark abgerollte Brocken eines teilweise lepolithischen braunen Süßwasserkalks (13 cm).
Feiner graugrüner Mergelton, reich an Glimmer, sandig, oben mit zahlreichen Steinkernen von *V. suevicus* Wenz zusammen . . 1,00 m

**Profil Nr. 21.**

Alte Ziegelgrube am Rißischberg nördlich Rorgenwies.

K.Sch.: Feiner grauer Ton mit zahlreichen kleinen Kalkknöllchen und hellem Glimmer . . . . . 0,30 m
Graubrauner, feiner, sandiger Glimmerton . . . . . 0,12 m
Grauer feiner Ton . . . . . 0,05 m
Gelbbrauner, feiner tonreicher Quarzglimmersand; besonders in der unteren Zone durch Eiseninfiltration rostbraun gefärbt . . . . . 0,05 m
Grauer feiner etwas kalkhaltiger Ton mit kleinen Kalkknöllchen . . . . . 0,85 m

— — messerscharfe Grenze — —

Hellgrüner bis gelbbrauner feiner Mergelton mit sandigen Lagen; reich an Congerien (— *clavaeformis* Kr. herrscht vor), Cardien, Neritinen, Pflanzenresten. Cardien und Congerien als Dubletten erhalten Schalenagglomerat unten . . . . . 0,22 m

— — messerscharfe Grenze — —

---

Gr.Sch.: Grauer bis grüngrauer, feiner, tonreicher, glimmerreicher Sand; in den obersten 40 cm mit Pflanzenresten; 10 cm unter der Hangendgrenze mit einzelnen Quarzgraupen und Schwefeleisenkonkretionen . . . . . 1,00 m
Feiner glimmerreicher, gelber bis gelbroter Sand mit vereinzelten Schwefeleisenkonkretionen . . . . . 2,30 m

---

Plattenkalke des Weißen Jura ζ.

**Profil Nr. 22.**

Alte Ziegelgrube südlich Flur „Kau", südöstlich Honstetten.

K.Sch.: Schmutziggraubrauner Tonmergel, ganz von Wurzelröhren durchbohrt, in welchen sich nachträglich Kalkkonkretionen ausgeschieden haben können. Besonders in den unteren 10 cm kleine Nester von Schalentrümmern der *Congeria amygdaloides* Dk.. . . . . 0,30 m

— — Grenze scharf, Liegendes kalkreicher — —

Grauer und gelbbraungefleckter Tonmergel mit vereinzelten Exemplaren der *C. amygdaloides* Dk. und *Cardium* sp. Die Fossilien besonders gegen die Liegendgrenze angereichert; die liegenden 15 cm mit wurzelig röhrenförmig gestreckten Kalkkonkretionen . . . . . 0,40 m

— — Grenze, schneller Übergang — —

Grüngrauer Ton mit wurzelartigen Kalkkonkretionen, so daß der Ton weiß gesprenkelt erscheint; fossilleer . . . . . 0,10 m

Violetter Tonmergel; oben 1 cm mit rostbraun gefärbten Rissen. Fossilien reichlich; Dubletten von *Congeria amygdaloides* Dk., *Cardium sociale* Kr., *Hydrobia semiconvexa* Sdbg., *Melanopsis impressa*. Alle Schalen plattgedrückt. . . . . 0,07 m

Grüngrauer gefleckter Ton, wie oben fossilleer . . . . . 0,04 m

— — scharfe Grenze — —

Violettgrauer, auf Klüften rostbrauner Tonmergel mit Dubletten von kleinen und großen Cardien, Congerien, *Hydrobia*. Schalen besonders in der oberen Region dieser Schicht. Glimmerreiche Lagen sind horizontal unregelmäßig eingeschaltet. . . . . 0,95 m

— — schneller Übergang — —

Grauschwarzer fetter Ton mit Glimmerlagen, gut geschichtet; *Congeria amygdaloides* Dk., *C. clavaeformis* Kr. (beide als Dubletten), *Hydrobia?*, *Melanopsis impressa* Kr. Die Glimmerlagen reich an Pflanzenresten . . . . . etwa 0,50 m

Schwach sandiger grünlichgrauer „Lehm" mit Cardien, *Anodonta*, *Congeria*, *Ancylus*, *Bulimus*, *Brotia* (nach W. Spitz) 0,10 m

---

Gr.Sch.: Gelblichweißer, muscovitreicher feiner Sand, darin gelegentlich Partien zu Sandstein verkittet. Pflanzenreste (n. W. Spitz) . . . . . 1,0 m + x

## Profil Nr. 23.

Ziegelgrube bei Grenzstein 8, westl. Büttenhardt auf dem Reyath.

K.Sch.: In der Zone der Bodenbildung gelbbraune Sandsteinplatten. Dieser Sandstein führt in der alten etwas weiter im S gelegenen Grube Congerien und Cardienreste . . . . 0,10 m

Grauer Zonmergel wechsellagert mit hellbraun gefärbten 2—5 cm mächtigen, unscharf umgrenzten Tonmergelschichten 2,10 m

— — Übergang — —

Hellgraue Tonmergel mit Cardien und Congerien . . . . 2,5 m

— — scharfe Grenze — —

Gelbbrauner bis grauer feiner Tonmergel mit *Congeria clavaeformis* Kr., *Cardium* sp. (darunter *C. socilae* Kr.), *Melanopsis impressa* Kr., *Bulimus dunkeri* Gude. Drei dünne feinsandige Glimmerlagen . . . . . 0,60 m

---

Gr.Sch.: Geröllager: Quarz, Quarzit, kristalline Geschiebe u. a. Zwischenräume zwischen den groben Geröllen erfüllt mit Graupensand, Bohnerz und Eisenerzbindemittel . . . . . 0,13 m

---

Massenkalk des oberen Weißen Jura. Grenze mit geringen Unebenheiten und ganz dünner etwa 1,4 mm dicker gelbbrauner Eisenkruste im Kalk.

**Profil Nr. 24.**

Nordteil der Sandgrube des Kirchbergs, südwestl. Riedern.

K.Sch.: Toniger Sand und sandiger, feiner Ton . . . . . 1,0 m

Sandstein nach oben mit meistens rot gefärbten tonigen Lagen, auch mit Tongeröllen und dünnen Konglomeratlagen 1,5 m

Grobes Konglomerat und dünne, plattige Sandsteinlagen. Kristallines alpines und sehr viel germanisches Sedimentärgeröll geht nach S in Richtung des Schichtungsfallens in Graupensande über. Haifischzähne *(Odontaspis crassidens)*, Knochentrümmer und Austernstücke liegen nicht allzu selten im Konglomerat eingebettet. Nach oben feineres Material mit Graupensanden . . . . . 1,0 m

— — scharfe Diskordanz in etwa 560 m NN — —

---

Gr.Sch.: Großschrägschichtung der Graupensande mit Geröllagen: Kieselgesteine, kristallines Geröll aus den Alpen, zahlreiches Geschiebematerial aus schwäbischem Jura und Trias (Encrinitenkalk, lichtbrauner, lichtbrauer Jura oder Muschelkalk, Kalkoolith, Doggeroolith), aufgeschlossen . . . . . 5—6 m

**Profil Nr. 25.**

Sandgrube bei Benken am Kohlfirst, südl. Schaffhausen.

K.Sch.: Durch tonige Verunreinigung graugrün gefärbter, feiner, glimmerreicher bis grober Quarzsand; stellenweise zu Knauern verkittet. Unverfestigte Geröllagen und -linsen häufig eingeschaltet, dazwischen wieder graue Tone. Der Sand besteht aus Quarz, weniger Feldspat und Glimmer. Er stammt im unteren Teil aus der aufgearbeiteten Liegendschicht. Die Gerölle bestehen nach Gutzwiller (1883, S. 55 ff.) aus 50 % Quarzit, 1 % alpinen Kalken und Kalkgeschieben, der Rest aus roten Graniten, Porphyren, roten Hornsteinen, roten verrucanoartigen Quarzitkonglomeraten und einzelnen Geröllen der subalpinen Molasse, Quarzit mit dunklem Glimmer, Amphibolit. Die horizontal geschichteten Tone sind glimmerreich sandig und etwas kalkhaltig. Ein Vorkommen im östlichen Teil der Grube etwa 2—3 m über der Liegendgrenze mitten in gerölldurchzogenen Sanden enthielt eine dünne Lage kohliger Pflanzenreste, mit *Congeria amygdaloides* Dk. sp., *Hydrobia semiconvexa* Sdbg., *Chrysophrys*-Zähne, Haifischzähne in Geröllagen und den Sanden . . . . . 15 m + x

Grenze scharf, infolge Aufarbeitungsdiskordanz ganz unregelmäßig gestaltet, mulden- und rinnenartige Ausräumung der Liegendschichten.

Gr.Sch.: Rotbrauner, grober Sand mit Schrägschichtung. Geröllager weniger ausgedehnt als in der Hangendschicht, dazwischen horizontalgelagerte graugrüne Tone mit Pflanzenresten. Der Sand besteht fast nur aus Quarz. Die Gerölle sind dieselben, nur sind auch Abkömmlinge des Schwäbischen Schichtstufenlandes nicht selten. Haifischzähne häufig, dazu Austern, Balaniden, Säugerreste . . . . . etwa 18 m

---

Mergel der U.S.M. (Grenze nicht aufgeschlossen; Wasserhorizont).

## Angeführte Literatur.


Achenbach, A.: Über Bohnerze auf dem südwestlichen Plateau der Alp. Württ. Jh. **15**. 1859.

Alberti, F. v.: Die Bohnerze des Jura. Württ. Jh. **9**. 1853.

Ammon, L. v.: Die Fauna der brackischen Tertiärschichten in Niederbayern. Geogn. Jh. 1887.

Baumberger, E.: Die stampischen Bildungen der Nordschweiz und ihrer Nachbargebiete mit besonderer Berücksichtigung der Molluskenfauna. Ecl. geol. **20**. 1926—1927.

Berz, C. K.: Petrographisch-stratigraphische Untersuchungen im oberschwäbischen Molassegebiet. Württ. Jh. **71**. 1915.

— Kreide und Tertiär. Das Werden der Landschaft. Begleitworte zur Geogn. Spezialkarte v. Württ. Blatt Heidenheim. 1924.

Berz, C. K. und Jooss, C. H.: Über die Altersstellung der tertiären Schichten (Süßwasserablagerungen und bunte Breccie) von Oggenhausen bei Heidenheim a. Br. CBl. f. Min. B. 1927.

Branco, W.: Schwabens 125 Vulkan-Embryonen und deren tufferfüllte Ausbruchsröhren; das größte Maargebiet der Erde. Württ. Jh. **50** und **51**. 1894 und 1895.

Brandenberger, E.: Zur Stratigraphie und Tektonik der Molasse des östlichen Aargaus. Ecl. geol. **19**. 1925—1926.

Deecke, W.: Geologie von Baden. **2**. Teil. 1917.

— Morphologie von Baden auf geologischer Grundlage. Geologie von Baden. **3**. Teil. 1918.

— Der Zusammenhang von Flußlauf und Tektonik. Fortsch. d. Geol. u. Pal. Heft **16**. 1926.

Dietrich, W.: Älteste Donauschotter auf der Strecke Immendingen—Ulm. Dies. Jb. Beil.-Bd. **19**. 1904.

— Zur Entstehungsgeschichte des oberen Donautals von Tuttlingen bis Scheer. Jahrb. u. Mitt. d. oberrh. Geol. Ver. N. F. **2**. 1912.

— Kein marines Oligocän in Schwaben. CBl. f. Min. 1915.

Dietrich, W. und Kautsky, F.: Die Altersbeziehungen der schwäbischen und schweizerischen oberen Meeresmolasse und des Tertiärs am Südrand der Schwäbischen Alb. CBl. f. Min. 1920.

— Beiträge zur Kenntnis der säugetierführenden Bohnerzformation in Schwaben. 1. Ein vergessenes, neu erschlossenes Höhlenvorkommen terrestrischen Eocäns auf der Ulmer Alb. CBl. f. Min. 1922.

— Bericht über die obereocänen Säugetiere der Ulmer Alb. Pal. Zs. 11. 1929 (1929 a).

— Beiträge zur Kenntnis der Bohnerzformation in Schwaben. 2. Über die Nager aus den Spaltenfüllungen der Umgebung Ulms. Dies. Jb. Abt. B. Beil.-Bd. **72**. 1929 (1929 b).

Dorn, P.: Geologie des Wendelsteinhöhenzugs bei Nürnberg. Zs. d. D. Geol. Ges. Abh. **78**. 1926.

Dunker, L.: Die bei Günzburg vorkommenden Conchilien und Pflanzenreste. Palaeontograph. **1**. 1851.

Ehrat, H. u. Jooss, C. H.: Das Alter der vulkanischen Tuffe im Kirchheim—Uracher Vulkangebiet und im Hegau. 1921.

Engel, Th.: Über die sogenannte „jurassische Nagelfluh" auf der Ulmer Alb. Württ. Jh. **38**. 1882.

— Geognostischer Wegweiser durch Württemberg. 3. Auflage. 1908.

Eser: Über die Fossilien von Oberkirchberg. Württ. Jh. **5**. 1849.

Falkner, Ch. u. Ludwig, A.: Beiträge zur Geologie der Umgebung von St. Gallen. Jb. d. St. Gall. Naturw. Ges. 1902—1903. Separat 1904.

Fraas, E.: Die Sibyllenhöhle auf der Teck bei Kirchheim. Zs. d. D. Geol. Ges. 1899.

— Die Tertiärbildungen am Albrand in der Ulmer Gegend. Württ. Jh. **67**. 1911.

Fraas, O.: Beiträge zu der Paläotherienformation. Württ. Jh. **8**. 1852.

— Über die tertiären Ablagerungen auf den Höhen des Heubergs. Württ. Jh. **8**. 1852.

— Begleitworte zur geognost. Spez.-Karte v. Württbg. Atlasblätter Ulm und Rammingen. 1866.

— Begleitworte zur geognost. Spez.-Karte v. Württbg. Atlasblatt Saulgau. 1888 (1888 a).

— Begleitworte zur geognost. Spez.-Karte v. Württbg. Atlasblatt Riedlingen. 1888 (1888 b).

Göhringer, Au.: Bl. Lienheim der geol. Spez.-Karte v. Baden mit Erläuterungen. 1915.

— Einige Richtigstellungen und Ergänzungen zu der Arbeit von H. Klähn, Rostock: Über einige säugerführende Vorkommnisse in der Molasse Badens. CBl. f. Min. 1925.

Gümbel, C. W.: Die miocänen Ablagerungen im oberen Donaugebiet und die Stellung des Schliers von Ottnang. Sitz.-Ber. d. math.-phys. Kl. d. k. bayr. Ak. d. Wiss. 1887.

— Erläuterungen zu dem Blatt Nördlingen der geogn. Karte d. Königreichs Bayern. 1889.

— Geognostische Beschreibung des Königreichs Bayern. 4. Fränkische Alb. 1891.

Gutmann, S. G.: Gliederung der Molasse und Tektonik des östlichen Hegaus. Mitt. d. Großh. bad. Geol. L.-A. **6**. Heft 2. 1911.

Gutzwiller, A.: Molasse und jüngere Ablagerungen, enthalten auf Blatt 4 u. 5 des eidgen. Atlas. Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz. **19**. Lieferung. 1883.

Heim, Alb.: Geologie der Schweiz. 1. Molasseland und Juragebirge. 1919.
2. Schweizer Alpen. 1. Hälfte. 1921.

Heim, Arn., Baumberger, E. u. Stehlin, H. G.: Die subalpine Molasse des westl. Vorarlberg. Vierteljh. d. Nat. Ges. Zürich. **73**. 1928.

Hennig, E.: Geologie von Württemberg und Hohenzollern. 1923.

— Eine junge rheinische Störung in der Schwäbischen Alb. Württbg. Jh. **82**. 1926.

Hug, J.: Geologie des nördlichen Teils des Kantons Zürich und der angrenzenden Landschaft. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. N. F. **15**. 1907.

Jäger, G.: Über die fossilen Säugethiere, welche in Württemberg in verschiedenen Formationen aufgefunden worden sind. Stuttgart 1839.
— Über die fossilen Säugethiere Württembergs. Nova Acta Naturae Curiosorum. **22**. Breslau und Bonn 1850.
— Überreste von Säugetieren aus einigen Bohnerzgruben der Schwäbischen Alb. Württbg. Jh. **9**. 1853.
Jooss, C.: Alttertiäre Land- und Süßwasserschnecken aus dem Ries. Württbg. Jh. **68**. 1912.
— Die Schneckenfauna der süddeutschen-schweizerischen Helicidenmergel und ihre Bedeutung für die Altersbestimmung der letzteren. Dies. Jb. Beil.-Bd. **49**. 1923.
— Stratigraphische Tabelle in den Begleitworten zur Geognost. Spez.-Karte v. Württbg. Atlasblatt Heidenheim. 1924.
— Gliederung der schwäbischen Molasse. Abriß d. Geol. v. Bayern rechts des Rheins in 6 Abt. Abt. 2, bearbeitet v. J. Knauer. 1928.
Kautsky, F.: Die boreale und mediterrane Provinz des europäischen Miocäns und ihre Beziehungen zu den gleichaltrigen Ablagerungen Amerikas. Mitt. d. Geol. Ges. i. Wien. **18**. 1925.
Kayser, Em.: Lehrbuch der allgemeinen Geologie. **1**. 1921.
Kiderlen, H.: Zur Kenntnis der süddeutschen Molasse. CBl. f. Min. B. 1928.
Klähn, H.: Die Beziehungen zwischen miocänen Sedimenten und den darin liegenden Landsäugern. Jahrber. u. Mitt. d. oberrh. geol. Ver. N. F. **12**. 1923.
— Über einige säugerführende Vorkommnisse der Molasse Badens. Dies. Jb. Beil.-Bd. **50**. 1924.
— Die Säuger des badischen Miocäns. Palaeontographica. Bd. **66**. 1925.
Klüpfel, W.: Zur geologischen und paläographischen Geschichte von Oberpfalz und Regensburg. Abh. d. Gießener Hochschulgesellschaft. **3**. 1923.
— Über Reliefmorphogenie und zyklische Landschaftsgeneration. Geolog. Rundschau. **17**. 1926.
— Zur Paläomorphologie des Donaugebiets. Jahrber. u. Mitt. d. oberrh. geol. Ver. N. F. **18**. 1929.
Knupfer, St.: Molasse und Tektonik des südöstlichen Teils des Blattes Stockach der topogr. Karte d. Großh. Baden. Ber. d. Naturf. Ges. z. Freiburg. **19**. 1912.
Koken, E.: Bemerkungen über das Tertiär der Alb. CBl. f. Min. 1900.
— Führer durch die Sammlungen des geologisch-mineralogischen Instituts in Tübingen. 1905.
— Referat über Schlosser 1902. Dies. Jb. 1908. S. 122.
Königswald, R. v.: *Icthitherium* aus dem Unterpliocän von Eppelsheim und Frohnstetten. CBl. f. Min. B. 1928.
Kranz, W.: Stratigraphie und Alter der Ablagerungen bei Unterkirchberg südl. Ulm a. D. CBl. f. Min. 1904.
Kranz, W., Berz, C. K. u. Wundt, G. v.: Dritte Fortsetzung der Beiträge zum Nördlinger Riesproblem. CBl. f. Min. 1925.
Kraus, E.: Geologie des Gebiets zwischen Ortenburg und Vilshofen in Niederbayern an der Donau. Geogn. Jh. **28**. 1915.

Kraus, F.: Die Mollusken der Tertiärformation von Kirchberg an der Iller. Württbg. Jh. **8**. 1852.

Krumbeck, L.: Zur Kenntnis der alten Schotter des Nordbayrischen Deckgebirges. Geolog. u. Pal. Abh. N. F. **15**. 1927.

Kumm, A.: Zur Klassifikation und Terminologie der Sphärite. Zs. d. D. Geol. Ges. **78**. 1926.

Leriche, L.: Les Poissons de la Molasse suisse. Mem. Soc. Pal. Suisse. **46**. 1926 bis 1927. **47**. 1927—1928.

Leuze, J.: Die Citharellenkalke in Schwaben. Dies. Jb. Beil.-Bd. **46**. 1922.

Löwengart, St.: Beiträge zur Tektonik, Morphologie und Talgeschichte des oberen Pegnitzgebiets unter Berücksichtigung des benachbarten Rednitz—Regnitztals. Diss. Tübingen. Masch.-Schrift. 1924.

Lotze, R.: Zur Frage der Präexistenz des Talsystems im Gebiet des Steinheimer Beckens. Jahrb. u. Mitt. d. oberrh. geol. Ver. N. F. **19**. 1930.

Lutzeier, H.: Beiträge zur Kenntnis der Meeresmolasse in der Ulmer Gegend. Dies. Jb. Beil.-Bd. **46**. 1922.

Mangold, K.: Die Brackwassermolasse der Holzstöcke. Jahresh. d. Ver. f. Math. u. Naturw. i. Ulm a. D. 1889.

Mengele, Cl.: Erdgeschichtliches Allerlei über Egau-, Bachtal und Umgebung. Blätter des Schwäbischen Albvereins. **28**. 1916.

Meyer, H. v.: Fische aus dem Tertiärton von Unterkirchberg. Dies. Jb. 1848.

— Fossile Fische aus dem Tertiärton von Unterkirchberg a. d. Iller. Palaeontographica. **2**. 1862.

Miller, K.: Das Tertiär am Hochsträß. Württbg. Jh. **27**. 1871.

— Die Tertiärschichten am Hochsträß. Nachtrag. Württbg. Jh. **28**. 1872.

— Das Molassemeer in der Bodenseegegend. Schrift. d. Ver. f. Gesch. d. Bodensees u. Umg. **7**. 1876.

— Alttertiäre Land- und Südwasserschnecken der Ulmer Gegend. Württbg. Jh. **63**. 1907.

Moos, Au.: Neue Aufschlüsse in den brackischen Tertiärschichten von Grimmelfingen bei Ulm. Württbg. Jh. **71**. 1915.

— Beiträge zur Geologie des Tertiärs im Gebiet zwischen Ulm a. D. und Donauwörth. Geogn. Jh. **37**. 1924.

— Zur Bildung von Ablagerungen mit Landsäugetierresten in der süddeutschen Molasse. Geol. Rundschau. **17**. 1926.

Oppenheim: Referat über Rutsch 1927. Dies. Jb. Ref. Abt. B. 1928.

Pahl, H.: Die Goldshöfer Sande und die Höhensande der Ostalb. Diss. Tübingen. Masch.-Schrift. 1924.

Penk, W.: Bau und Oberflächenformen der Dardanellenlandschaft. Zs. d. Ges. f. Erdkunde i. Berlin. 1917.

— Geologie des Bosporus. Zs. d. Ges. f. Erdkunde i. Berlin. 1919.

— Die Piedmontflächen des südlichen Schwarzwalds. Zs. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin. 1925.

Philippi, E.: Vorlesungen, herausg. v. Marschall. 1912.

Probst, J.: Tertiäre Pflanzen von Heggbach bei Biberach. Württbg. Jh. **24**. 1868.

Probst, J.: Fossile Meeres- und Brackwasserconchylien aus der Gegend von Biberach. Württbg. Jh. **27**. 1879.

Quenstedt, Aug.: Über die Frohnstetter Fossilien. Württbg. Jh. **9**. 1853.

— Das schwäbische Urland. 1855.

— Epochen der Natur. Tübingen 1861.

— Begleitworte zur geogn. Spez.-Karte von Württemberg. Atlasblatt Blaubeuren. 1872.

— Begleitworte zur geogn. Spez.-Karte von Württemberg. Atlasblätter Ehingen, Biberach, Laupheim, Ochsenhausen. 1876.

— Begleitworte zur geogn. Spez.-Karte von Württemberg. Atlasblätter Balingen und Ebingen. 1877.

— Begleitworte zur geogn. Spez.-Karte von Württemberg. Atlasblätter Tuttlingen, Fridingen, Schwenningen. 1881.

— Petrefaktenkunde Deutschlands. 1. Abt. Bd. 7. Die Gastropoden. 1884.

Reck, H.: Die Hegauvulkane. 1923.

Regelmann, Chr.: Trigonometrische Höhenbestimmungen für die Atlasblätter Friedingen—Riedlingen. 1877.

— Zur Tektonik der Schwäbischen Alb. Jahrb. u. Mitt. d. oberrhein. geol. Ver. N. F. **1**. 1911.

Reis, M.: Einzelheiten über Gesteinsarten, Schichtung und Aufbau des Niederbayrischen Tertiärs. Geogn. Jh. **31—32**. 1918—1919. 1920.

Rollier, L.: Über das Verhältnis vom Helvetien zum Randengrobkalk in der Nordschweiz. CBl. f. Min. 1903.

Rutsch, R.: Geologie des Belpberg. Mitt. d. naturf. Ges. i. Bern. 1927. 1928.

Rzehak, A.: Fauna der *Oncophora*-Schichten Mährens. Verh. d. naturf. Ver. i. Brünn. **31**. 1893.

Sandberger, Fr.: Die Land- und Süßwasserconchylien der Vorwelt. 1870 bis 1875. Wiesbaden.

Schaad, E.: Die Juranagelfluh. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. N. F. **22**. 1908.

Schad, J.: Beiträge zur Kenntnis des Tertiärs am Landgericht und Hochsträß. Württbg. Jh. **64**. 1908.

— Zur Entstehungsgeschichte des oberen Donautals. Jahrb. u. Mitt. d. oberrhein. geol. Ver. N. F. **2**. 191[illegible]

— Die Grenze des Mitteloligocänen Meeres in Schwaben. Jahrb. u. Mitt. d. oberrhein. geol. Ver. N. F. **3**. 1913 (1913 a).

— Zur Talgeschichte der Donau. Jahrb. u. Mitt. d. oberrhein. geol. Ver. N. F. **3**. 1913 (1913 b).

Schalch, F.: Über einige Tertiärbildungen auf dem Randen. Dies. Jb. 1878.

— Über einige Tertiärbildungen der Umgebung von Schaffhausen. Dies. Jb. 1881.

— Das Gebiet nördlich vom Rhein, enthalten auf Blatt 4 des eidgenössischen Atlas. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. **19**. 1883.

Schalch, F.: Über ein neues Vorkommen von Meeres- und Brackwassermolasse bei Anselfingen unweit Engen im Hegau. Mitt. d. Gr. bad. geol. Landesanst. **3**. 1895.

— Bemerkungen über die Molasse der badischen Halbinsel und des Überlinger Seegebiets. Mitt. d. Gr. bad. geol. Landesanst. **4**. Heft 3. 1901.

Schalch. F. u. Gutzwiller, A.: Zur Altersfrage des Randengrobkalks und der Austernagelfluh. CBl. f. Min. 1904.

Schalch, F.: Erläuterungen zur geolog. Spez.-Karte d. Großh. Baden. Blatt Blumberg (Nr. 133). 1908.

— Erläuterungen zur geolog. Spez.-Karte d. Großh. Baden. Blatt Geisingen (Nr. 121). 1909.

— Erläuterungen zur geolog. Spez.-Karte d. Großh. Baden. Blatt Stühlingen (Nr. 144). 1912.

— Das Tertiärgebirge auf dem Reyath, Kanton Schaffhausen. Mitt. d. Gr. bad. geol. Landesanst. **7**. Heft 2. 1914.

— Erläuterungen zur geolog. Spez.-Karte d. Großh. Baden. Blatt Wiechs—Schaffhausen (Nr. 145).

— Erläuterungen zur geolog. Spez.-Karte d. Großh. Baden. Blatt Grießen (Nr. 157).

Schill, J.: Die Tertiär- und Quartärbildungen des Landes am nördlichen Bodensee und im Höhgau. Württbg. Jh. **15**. 1859.

Schlosser, M.: Beiträge zur Kenntnis der Säugetierreste aus den süddeutschen Bohnerzen. Geolog. u. pal. Abh. N. F. **5**. Heft 3. 1902.

— Notizen über einige Säugetierfaunen aus dem Miocän von Württemberg und Bayern. Dies. Jb. Beil.-Bd. **19**. 1904.

— Untermiocäne Wirbeltierreste aus einer Spalte im Jurakalk von Oberkochen in Württemberg. CBl. f. Min. 1922.

Schmidle, W.: Zur Kenntnis der Molasse und Tektonik am NW-Bodensee. Zs. d. D. Geol. Ges. 1911.

— Über Gerölle in der marinen Molasse bei Überlingen. Mitt. d. bad. geol. Landesanst. **7**. Heft 1. 1912.

— Die Stratigraphie der Molasse und der Bau des Überlinger und Unterseebeckens. Schrift. d. Ver. f. Gesch. d. Bodensees. **47**. 1918 (1918 a).

— Die Geologie von Singen und seiner Vulkane. 1918 (1918 b).

— Zur Geologie von Heiligenberg und Umgebung. Schrift. d. Ver. f. Gesch. d. Bodensees. **51**. 1922.

— Die Hegauvulkane von Singen bis Engen. Jahresheft Badische Heimat 1930. Freiburg i. Br. 1930.

Schmidt, C. W.: Der Fluß. Leipzig.

Schneid, Th.: Die Geologie der Fränkischen Alb zwischen Eichstädt und Neuburg. Geogn. Jh. **28**. 1915.

Schwarz, F.: Beschreibung des Tertiärs im Tautschbuch—Emerberggebiet. Diss. Tübingen 1913.

Seemann, R.: Stratigraphische und allgemeingeologische Probleme im Obermiocän Südwestdeutschlands. Dies. Jb. Beil.-Bd. **63**. Abt. B. 1929.

Seemann, R. u. Berckhemer, F.: Eine Spaltenfüllung mit reicher aquitaner Wirbeltierfauna im Massenkalk des Weißen Jura bei Tomerdingen (Ulmer Alb). Pal. Zs. **12**, 1. S. 14—25. 1930.

Sihler, H.: Eine neue Fundstelle tertiären Süßwasserkalks. Württbg. Jh. **82**. 1926.

Stehlin, H. G.: Übersicht über die Säugetiere der schweizerischen Molasseformation, ihre Fundreste und ihre stratigraphische Bedeutung. Verh. d. nat. Ges. Basel. **25**. 1914.

— Die Säugetiere des schweizerischen Eocäns. Abh. d. schweiz. pal. Ges. 1903—1916 (1916).

Stitzenberger, J.: Fossilienlager in der Molasse nächst des Kontakts mit Weißem Jura bei Stockach. Ecl. geol. **9**. 1906—1907 (1907).

Teike, M.: Die Molasse im nördlichen Linzgau und ihre Tektonik. Diss. Freiburg i. Br. Masch.-Schrift. 1921.

— Die Molasse im badisch-württembergischen Grenzgebiet südlich Sigmaringen. Mitt. d. bad. geol. Landesanst. **9**. 1923.

Wagner, G.: Aus der Geschichte der Altmühl. Fränkische Heimatschriften Nr. **2**. Nürnberg 1923.

— Zur Frage der Buchberggerölle und zur Geschichte der Eger. CB. f. Min. B. 1926.

— Zur Geschichte der Flußläufe am Albtrauf. Württbg. Jh. **83**. 1927 (1927 a).

— Morphologische Grundfragen im süddeutschen Schichtstufenland. Zs. d. D. Geol. Ges. **79**. 1927 (1927 b).

— Junge Krustenbewegungen im Landschaftsbilde Süddeutschlands. 1930.

Walther, J.: Lithogenesis der Gegenwart 1893—1894. (1894).

Weiger, K.: Beiträge zur Kenntnis der Spaltenfüllungen im Weißen Jura auf der Tübinger, Uracher und Kirchheimer Alb. Württbg. Jh. **64**. 1908.

Weithofer, K. A.: Die Oligocänablagerungen Oberbayerns. Mitt. d. Geol. Ges. Wien. **10**. 1917.

Wenz, W.: Die Öpfinger Schichten der schwäbischen *Rugulosa*-Kalke und ihre Beziehungen zu anderen Tertiärablagerungen. Jahrb. u. Mitt. d. oberrhein. geol. Ver. N. F. **5**. 1916.

— Die Thalfinger Schichten der schwäbischen *Rugulosa*-Kalke und ihre Beziehungen zu anderen Tertiärablagerungen. Jahrb. u. Mitt. d. oberrhein. geol. Ver. N. F. **7**. 1918.

— Die Flammenmergel der Silvanaschichten und ihre Fauna. Jahrb. u. Mitt. d. oberrhein. geol. Ver. N. F. **13**. 1924.

Würtenberger, F. J.: Die Tertiärformation im Klettgau. Zs. d. D. Geol. Ges. 1870.

Zahn, G. W. v.: Flüsse. Handwörterbuch der Naturwiss. **4**. 1913.

Zenetti. P.: Der geologische Aufbau und Werdegang von Bayrisch Schwaben. 47. Ber. d. naturw. Ver. f. Schwaben-Neuburg.

Zieten, H. v.: Die Versteinerungen Württembergs. 1830.

Zittel u. Vogelgesang: Geologische Beschreibung der Umgebung von Möhringen und Mößkirch. Beitrag zur Statistik d inneren Verwaltung des Großh. Baden. 1867.

Abkürzungen im Text: W.J = Weißer Jura, U.M.M. = Untere Meeresmolasse, U.S.M. = Untere Süßwassermolasse, M.M. = Obere Meeresmolasse, Gr.Sch. = Grimmelfinger Schichten, K.Sch. = Kirchberger Schichten, Üb.Sch. = Übergangschichten, O.S.M. = Obere Süßwassermolasse, opp. = andere Auffassung.

## Erklärungen zu den Taf. XX—XXI.

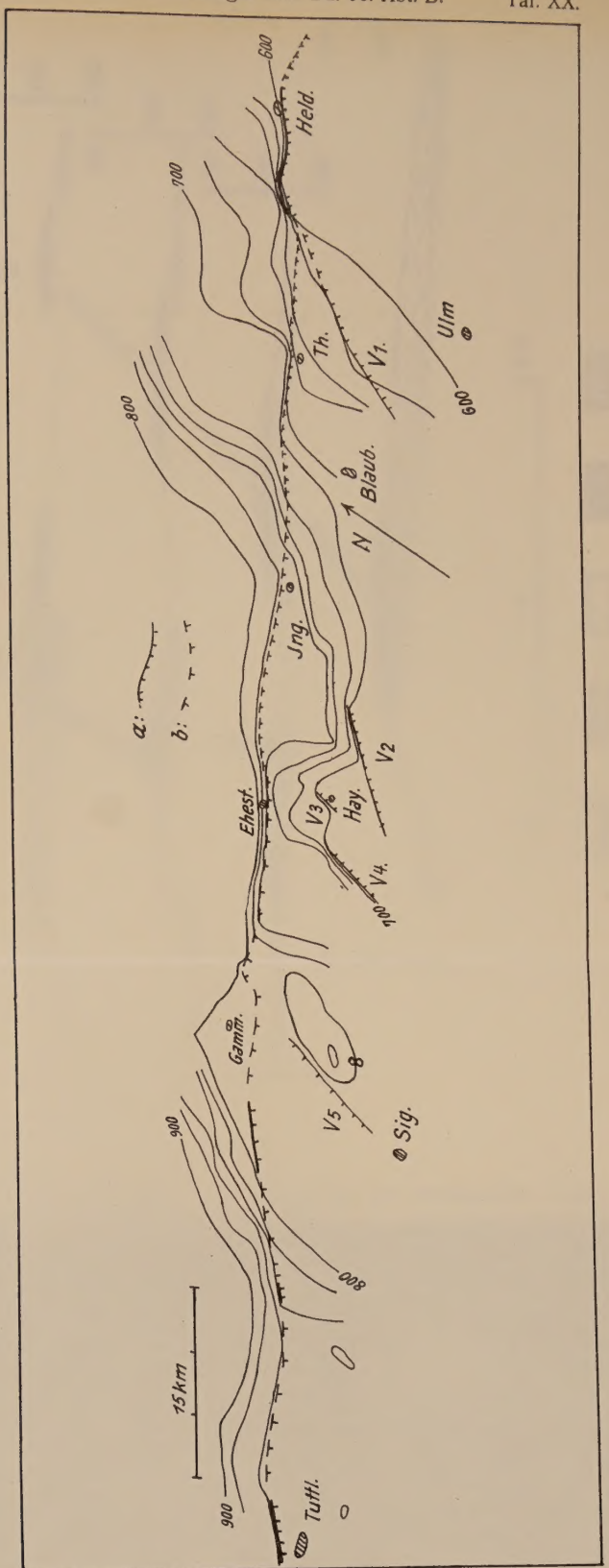
### Tafel XX.

Verlauf der Klifflinie auf der Schwäbischen Alb.
a: durch Anlagerung mariner Sedimente, b: nur als Geländestufe nachgewiesen. Isohypsen im Abstand von 20 zu 20 m. V 1: Blautalstörung, V 2: Lautertalstörung, V 3: Hayinger Störung, V 4: Gauinger Störung. V 5: Lauchertalstörung, Held.: Heldenfingen, Th.: Themmenhausen, Ing.: Ingstetten, Ehest.: Ehestetten, Hay.: Hayingen, Gamm.: Gammertingen.

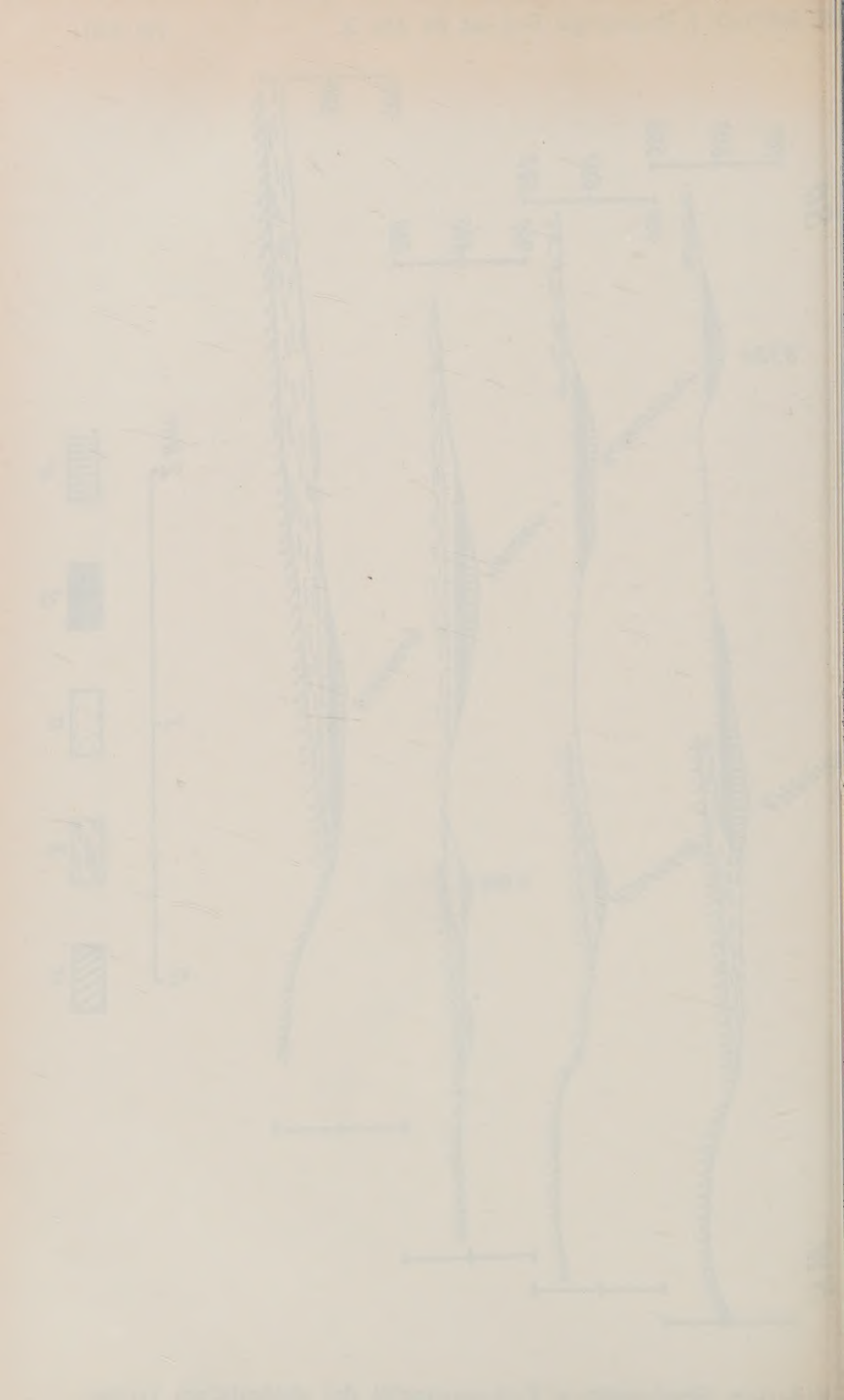
### Tafel XXI.

Profilserie senkrecht zum Nordrand der Graupensandrinne am Südwestende des Hochsträß. 2,5fach überhöht.
a: Weißer Jura, b: Untere Süßwassermolasse (Chattium-Aquitanium), c: Grimmelfinger Schichten (Helvetium), d: Kirchberger Schichten (Helvetium), e: Obere Süßwassermolasse (Tortonium).

Bei der Redaktion eingegangen am 10. Oktober 1930.




H. Kiderlen: Stratigraphie u. Paläogeographie des süddeutschen Tertiärs.



# Lebenslauf.

Geboren am 3. März 1905 in Ulm a. D. als Sohn des späteren Landgerichtspräsidenten Karl Kiderlen und seiner Frau Marie geb. Dollinger besuchte ich 1911—1914 die Elementarschule und das Eberhard-Ludwig-Gymnasium in Stuttgart, von 1914 bis 1923 das Gymnasium in Ulm a. D. Nach der Reifeprüfung im Frühjahr 1923 konnte ich mich für das Studium der Naturwissenschaften entscheiden. Besonders beschäftigte ich mich mit Geologie, Mineralogie und Zoologie an den Universitäten Tübingen, München und Marburg unter Leitung der Professoren und Dozenten: E. Baier, Beger, Blochmann, Broili, Daqué, Döderlein, v. Frisch, Harms, Hennig, v. Huene, Kaiser, Kessler, Köhler, Meisenheimer, W. Schmidt, Vogel, Wedekind. Die Sommermonate 1927—1929 verwandte ich zu geologischen Geländeaufnahmen im Molassebecken. Ich benütze gerne die Gelegenheit, Herrn Professor Hennig auch hier für die vielfache, unermüdliche Unterstützung bei der Ausarbeitung der Ergebnisse zu danken.